

**EFEMEROPTEROS DE LA QUEBRADA YAVI (NATAGAIMA- TOLIMA): ASPECTOS  
TAXONÓMICOS Y ECOLÓGICOS**

**DIANA CAROLINA VARGAS RAMOS**

**Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de  
Biólogo**

**Directora**

**GLADYS REINOSO FLÓREZ**

**Magister en Biología**

**Co-directora**

**ADRIANA MARCELA FORERO**

**Magister en Ciencias Biológicas**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
IBAGUÉ- TOLIMA**

**2017**



**FACULTAD DE CIENCIAS  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO**

**TÍTULO:** Ephemeropteros de la quebrada Yavi (Natagaima-Tolima): Aspectos taxonómicos y ecológicos.

**AUTOR(ES):** Diana Carolina Vargas Ramos

**DIRECTOR(A):** Gladys Reinoso Flórez

**CODIRECTOR(A):** Adriana Marcela Forero Céspedes

**JURADOS:** Adriana Marcela Torres – Faiber Joany Caupaz

**CALIFICACIÓN** 4.8

☒ APROBADO

☐ REPROBADO

**OBSERVACIONES** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**FIRMAS**

**JURADO 1.**

Gladys Reinoso  
Director del trabajo

**JURADO 2.**

Faiber J. Caupaz  
Director del Programa

**Ciudad y fecha:** Ibagué, 28 abril 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera profesional, otorgándome fortaleza para lograr culminar este proceso formativo exitosamente, a mi familia, especialmente a mi madre un millón de gracias, a la única persona del mundo que siempre estará conmigo en las buenas y en las malas.

A la profesora Gladys Reinoso Flórez directora del grupo de Investigación en Zoología por su paciencia, cariño y su confianza en mí al ser mi guía a lo largo de este camino.

A mi codirectora Adriana Marcela Forero Céspedes por orientarme, y brindarme sabias palabras para no desistir.

A mi amiga, Mayra rojas por ofrecerme su ayuda y proporcionarme la mejor energía para continuar.

A Edison Duarte y Leonardo Lozano por ser piezas importantes en el acompañamiento durante el despliegue de las salidas de campo.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>1. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>2. MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>16</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	16
2.2 ECOSISTEMA ACUÁTICO .....	21
2.3 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS .....	22
2.4 ORDEN EPHEMEROPTERA.....	22
2.5 CARACTERES MORFOLÓGICOS .....	23
2.6 BIOLOGÍA .....	23
2.7 ECOLOGÍA .....	24
2.8 IMPORTANCIA .....	24
2.9 TAXONOMÍA.....	25
2.9.1 Familia Baetidae.....	25
2.9.2 Familia Caenidae.. .....	27
2.9.3 Familia Leptohyphidae. ....	27
2.9.4 Familia Leptophlebiidae. ....	29
2.9.5 Familia Polymitarcydae. ....	30
<b>3. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>31</b>

<b>3.1 AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.1 Cuenca Del Río Magdalena. L. ....</b>	<b>31</b>
<b>3.2 METODOLOGÍA DE CAMPO.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3 COLECTA DE MATERIAL BIOLÓGICO .....</b>	<b>33</b>
<b>3.4 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS .....</b>	<b>34</b>
<b>3.5 METODOLOGÍA DE LABORATORIO.....</b>	<b>34</b>
<b>3.6 ANÁLISIS DE DATOS.....</b>	<b>35</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 ASPECTOS TAXONÓMICOS .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.1 Familia Baetidae.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2 Familia Caenide .....</b>	<b>48</b>
<b>4.1.3 Familia Leptohyphidae .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1.4 Familia Leptophlebiidae. ....</b>	<b>56</b>
<b>4.1.5 Familia Polimitarcydae .....</b>	<b>61</b>
<b>4.2 COMPOSICIÓN GENERAL .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2.1 Abundancia Relativa.. ....</b>	<b>63</b>
<b>4.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL .....</b>	<b>65</b>
<b>4.4 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES .....</b>	<b>68</b>
<b>4.5.1 Números de Diversidad de Hill.....</b>	<b>70</b>
<b>4.6 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO ÍNDICE DE SIMILITUD DE BRAY-CURTIS .....</b>	<b>72</b>
<b>4.7 ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL .....</b>	<b>73</b>
<b>4.8 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANONICA.....</b>	<b>75</b>
<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>77</b>

<b>5.1 COMPOSICION GENERAL .....</b>	<b>77</b>
<b>5.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL .....</b>	<b>79</b>
<b>5.3 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES .....</b>	<b>83</b>
<b>5.4 INDICES ECOLÓGICOS.....</b>	<b>83</b>
<b>5.5 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO ÍNDICE DE SIMILITUD DE BRAY-CURTIS .....</b>	<b>85</b>
<b>5.6 ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL .....</b>	<b>86</b>
<b>5.7 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA.....</b>	<b>87</b>
 <b>6. CONCLUSIONES .....</b>	 <b>90</b>
 <b>RECOMENDACIONES .....</b>	 <b>92</b>
 <b>REFERENCIAS .....</b>	 <b>93</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Trabajos efectuados sobre el Orden Ephemeroptera en Sur América.....	16
<b>Tabla 2.</b> Trabajos efectuados sobre el Orden Ephemeroptera en Colombia. ....	18
<b>Tabla 3.</b> Trabajos efectuados sobre el Orden Ephemeroptera en el departamento del Tolima. ....	20
<b>Tabla 4.</b> Estaciones de muestreo establecidas a lo largo de la Quebrada Yavi. ....	32
<b>Tabla 5.</b> Abundancia Relativa de los Taxones del orden Ephemeroptera registrados en la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima .....	63
<b>Tabla 6.</b> Abundancia Relativa y Distribución espacial de los Taxones del orden Ephemeroptera registrados para la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima .....	68
<b>Tabla 7.</b> Efectos condicionantes de las variables fisicoquímicas en la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima.....	75

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localización de los puntos de muestreo de la Quebrada Yavi. ....	32
<b>Figura 2.</b> Promedios mensuales correspondientes al Histórico de precipitación de la estación pluviométrica la Tinaja cercana a la zona de muestreo (IDEAM, 2015). ....	33
<b>Figura 3.</b> Estaciones de Muestreo Quebrada Yavi. A) E1: Desembocadura B) E2: Tramo C) E3: Tramo D) E4: Puente. ....	34
<b>Figura 4.</b> Aparato Bucal del género <i>Americabaetis</i> . A) Labium B) Hipofaringe C) Mandíbula Izquierda D) Mandíbula Derecha E) Maxila Izquierda F) Maxila Derecha G) Labrum H) Uña Tarsal I) Fémur J) Ninfa. ....	37
<b>Figura 5.</b> Aparato Bucal del género <i>Baetodes</i> A) Hipofaringe B) Labium C) Labrum D) Mandíbula Derecha E) Mandíbula Izquierda F) Maxila Izquierda G) Maxila Derecha H) Ninfa. ....	39
<b>Figura 6.</b> Aparato Bucal del género <i>Callibaetis</i> (A) Labium B) Labrum C) Mandíbula Derecha D) Mandíbula Izquierda E) Maxila Derecha F) Hipofaringe G) Branquia. ....	41
<b>Figura 7.</b> Aparato Bucal del género <i>Camelobaetidius</i> (A) Labium B) Hipofaringe C) Labrum D) Branquia E) Mandíbula Derecha F) Mandíbula Izquierda G) Uña Tarsal H) Ninfa. ....	42
<b>Figura 8.</b> Aparato Bucal del género <i>Cloeodes</i> (A) Labium B) Hipofaringe C) Labrum D) Branquia E) Mandíbula Derecha F) Mandíbula Izquierda G) Uña Tarsal. ....	43
<b>Figura 9.</b> Aparato Bucal del género <i>Guajirolus</i> (A) Labium B) Hipofaringe C) Mandíbula Izquierda D) Mandíbula Derecha E) Maxila Izquierda F) Maxila Derecha G) Branquia H) Uña Tarsal. ....	45
<b>Figura 10.</b> Aparato Bucal del género <i>Nanomis</i> (A) Labium B) Hipofaringe C) Labrum. ....	46
<b>Figura 11.</b> Aparato Bucal del género <i>Varipes</i> . A) Labrum B) Mandíbula Izquierda C) Mandíbula Derecha D) Fémur E) Detalle del Fémur F) Labium G) Ninfa. ....	47
<b>Figura 12.</b> Aparato Bucal del género <i>Caenis</i> A) Labium B) Labrum C) Mandíbula Izquierda D) Mandíbula Derecha E) Maxila Izquierda F) Maxila Derecha G) Hipofaringe H) Fémur I) Branquia J) Ninfa. ....	49



<b>Figura 13.</b> Aparato Bucal del género <i>Cercobrachys</i> A) Proyección Lateral Vista Dorsal B) Detalle de la Cabeza C) Palpos Maxilares. ....	51
<b>Figura 14.</b> Aparato Bucal del género <i>Leptohyphes</i> A) Labium B) Hipofaringe C) Labrum D) Branquia E) Fémur F) Maxila derecha G) Mandíbula derecha H) Mandíbula izquierda I) Uña Tarsal J) Ninfa .....	52
<b>Figura 15.</b> Aparato Bucal del género <i>Tricorythodes</i> A) Branquia B) Fémur C) Hipofaringe D) Labium E) Labrum F) Mandíbula derecha G) Mandíbula izquierda H) Ninfa.....	53
<b>Figura 16.</b> Aparato Bucal del género <i>Vacupernius</i> A) Branquia B) Fémur C) Hipofaringe D) Labium E) Mandíbula derecha F) Maxila derecha G) Maxila izquierda H) Ninfa. ....	55
<b>Figura 17.</b> Aparato Bucal del género <i>Thraulodes</i> A) Fémur B) Hipofaringe C) Labium D) Labrum E) Mandíbula Derecha F) Mandíbula izquierda G) Maxila derecha H) Maxila izquierda I) Ninfa. ....	57
<b>Figura 18.</b> Aparato Bucal del género <i>Choroterpes</i> A) Branquia B) Fémur C) Hipofaringe D) Labium E) Labrum F) Mandíbula izquierda G) Mandíbula derecha H) Maxila Izquierda I) Maxila derecha J) Uña Tarsal K) Ninfa.....	58
<b>Figura 19.</b> Aparato Bucal del género <i>Traverella</i> A) Labium B) Labrum C) Mandíbula derecha D) Mandíbula izquierda E) Hipofaringe F) Branquia G) Ninfa.....	60
<b>Figura 20.</b> Aparato Bucal del género <i>Campsurus</i> A) Labium B) Labrum C) Mandíbula Derecha D) Mandíbula Izquierda E) Hipofaringe F) Branquia G) Ninfa.....	62
<b>Figura 21.</b> Abundancia relativa de las Familias del Orden Ephemeroptera en la Quebrada Yavi Natagaima-Tolima. ....	64
<b>Figura 22.</b> Abundancia relativa de los géneros del Orden Ephemeroptera en la Quebrada Yavi Natagaima-Tolima. ....	65
<b>Figura 23.</b> Abundancia relativa de los Efemerópteros registrados en las cuatro estaciones de la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima. ....	66
<b>Figura 24.</b> Abundancia relativa de los Efemerópteros registrados en los cinco muestreos de la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima.....	66
<b>Figura 25.</b> Abundancia relativa de los Ephemeropteros registrados espacial y temporal de la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima. ....	67

<b>Figura 26.</b> Curva de Acumulación de especies general para estimar la representatividad de los muestreos realizados en la Quebrada Yavi. Natagaima-Tolima .....	69
<b>Figura 27.</b> Diversidad Alfa en series de números de Hill para los 5 muestreos de la Quebrada Yavi en Natagaima- Tolima: a) M1 b) M2 c) M3 d) M4 e) M5.....	71
<b>Figura 28.</b> Dendrograma de Similitud de Bray-Curtis para 4 estaciones de la Quebrada Yavi en Natagaima- Tolima .....	73
<b>Figura 29.</b> Diagrama de ordenamiento NMDS basado en las abundancias totales de los géneros para los cinco muestreos de la Quebrada Yavi en Natagaima –Tolima .....	74
<b>Figura 30.</b> Diagrama de ordenamiento NMDS basado en las abundancias totales de los géneros para las cuatro estaciones de la Quebrada Yavi en Natagaima –Tolima. ....	74
<b>Figura 31.</b> Diagrama de Correspondencia Canónica basado en la relación entre las variables fisicoquímicas, los géneros y las estaciones evaluadas de la Quebrada Yavi en Natagaima –Tolima .....	76

## RESUMEN

Las ninfas del orden Ephemeroptera constituyen uno de los mayores componentes de la fauna de invertebrados que habitan una variedad de ecosistemas lóticos y lenticos. La alta sensibilidad de ésta biota a los cambios en sus microambientes de desarrollo los posiciona como un grupo importante para la realización de estudios ambientales. Dada la importancia de los Efemerópteros se realizó el presente estudio en la quebrada Yavi (Natagaima Tolima), durante un periodo hidrológico, a lo largo de cuatro estaciones. Se realizó la colecta con métodos cuantitativos: Red Surber y Juego de Tamiz, y cualitativos: Red Pantalla; los organismos fueron depositados en frascos plásticos con Alcohol al 70%. Paralelo a la colecta del material biológico se evaluaron en campo algunas variables fisicoquímicas y ambientales y se tomaron muestras de agua para el análisis de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos en el laboratorio LASEREX de la universidad del Tolima.

Se colectaron 3177 organismos pertenecientes a cinco familias de las cuales Leptohyphidae presentó la mayor abundancia relativa mientras que Polymitarcydae mostró el valor más bajo. Se registraron 17 géneros siendo *Tricorythodes* el más abundante, seguido por *Thraulodes*, por el contrario *Varipes* y *Cercobrachys* fueron los menos abundantes, siendo el género *Cercobrachys* el primer registro para el Tolima. Espacialmente la segunda estación presentó la abundancia relativa más alta con la presencia de géneros pertenecientes a la familia leptohyphidae y la primera estación la menor abundancia. Temporalmente el tercer muestreo reflejó un alto valor de abundancia en comparación con el bajo valor presentado por el primer muestreo. El Análisis de Correspondencia Canónica refleja la relación de los géneros *Americabaetis*, *Thraulodes*, *Camelobaetidius*, *Leptohyphes*, *Vacupernius*, *Cloeodes*, *Choroterpes* con las variables Temperatura, Cloruros, Porcentaje de Oxígeno, Nitrógeno, y Caudal.

**Palabras Clave:** Ephemeroptera, Quebrada Yavi, Taxonomía, Ecología

## ABSTRACT

Ephemeroptera nymphs are one of the major components of invertebrate fauna that inhabit a wide variety of lotic and lentic ecosystems. It's marked diversity, abundance, and the easy and inexpensive results of its sampling along with the varied ranges of tolerance to pollution positions them as an important group for environmental studies. During periods of high and low rains along four seasons in the ravine the collection was carried out with quantitative methods: Red Surber and Sieve Game, as qualitative: Red Screen; The organisms were deposited in plastic flasks with 70% Alcohol, parallel to this were taken in situ data on the characteristics of the stream (Velocity, Temperature, Width, Depth) and water samples for the analysis of the bacteriological and physicochemical parameters evaluated by the LASEREX laboratory of the University of Tolima.

A total of 3177 organisms belonging to five families were collected, of which Leptohiphidae had the highest relative abundance of organisms compared to Polymitarcyidae, which showed the lowest value of abundance. Seventeen genera were recorded, *Tricorythodes* being the most abundant, followed by *Thraulodes*, whereas *Varipes* and *Cercobrachys* were less abundant. Spatially the second station had the highest relative abundance with the presence of genera belonging to the leptohiphidae family, compared to the first season; temporarily the third sampling reflected a high value of abundance compared to the low value presented by the first sampling. The analysis of canonical correspondence allowed to visualize that the genres closest to the stations and physicochemical variables are influenced by the conditions of the zone, the preference of substrates and their ecological requirements.

**Keywords:** Ephemeroptera, Quebrada Yavi, Taxonomy, Ecology.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas fluviales son recursos hídricos valiosos que suplen las necesidades de las poblaciones humanas para su consumo doméstico, agrícola e industrial. Estos cuerpos de agua se han visto afectados por el crecimiento de la población humana, así como por numerosas perturbaciones naturales que inciden de forma parcial o permanente sobre la dinámica del ecosistema acuático (Elosegi y Sabater, 2009).

Los sistemas acuáticos continentales afrontan problemas muy serios donde un 15% de los caudales mundiales son retenidos en 45.000 grandes embalses y un 52% de la superficie de los grandes ríos está modificado por actividades humanas tales como represas, cambios morfológicos, contaminación entre otros (Elosegi y Sabater, 2009).

Las escasas políticas de Saneamiento ambiental, los pocos estudios de impacto ambiental realizados en Latinoamérica, enfatizados principalmente en el aspecto fisicoquímico del agua (Acosta *et al.*, 2009; Alba, 1996; Bastidas *et al.*, 2014 y Springer, 2010), hace que sea escaso el uso de herramientas integradoras para la evaluación del recurso hídrico, información de estudios poco comparables, junto a la falta de uso de métodos eficaces en el diagnóstico rápido del estado ecológico del ecosistema fluvial (Acosta *et al.*, 2009) situación que evidencia la necesidad de contar con sistemas de monitoreo y control que sean rápidos y seguros, a fin de promover tecnologías y estrategias de contingencia (Sánchez y García, 1999).

Un cuerpo de agua refleja su estado de conservación a través de la estructura y composición de su biota en especial la fauna de macroinvertebrados bentónicos, organismos que han sido ampliamente evaluados, ya que constituyen una herramienta biológica de diagnóstico rápido, confiable, utilizada internacionalmente con grandes resultados, para la toma de decisiones en pro del manejo, conservación de los ecosistemas y de su biota (Terneus *et al.*, 2012).

Entre los macroinvertebrados acuáticos los efemerópteros constituyen un importante grupo taxonómico, que puede ser monitoreado con regularidad, debido a la gran diversidad de hábitats que ocupan en los sistemas acuáticos, lo fácil y poco costoso que resulta su muestreo, les permite conformar un grupo potencial para estudios de impacto ambiental (Flowers y De la Rosa, 2010; Alba, 1996; González *et al.*, 2008), dada su alta sensibilidad a los niveles de contaminación, abundancia y ubicuidad, además de ser un componente biológico fundamental de la cadena trófica participe de manera importante en el equilibrio de los ecosistemas acuáticos lénticos y lóticos (Gutiérrez y Reinoso, 2010). La dinámica de este grupo es muy relevante ya que la presencia de los diferentes géneros puede reflejar el estado del ecosistema en términos de calidad del hábitat y del agua (Zúñiga *et al.*, 2013).

Es de destacar que la fauna de efemerópteros es abundante y diversa en los ecosistemas lóticos, en especial en las pequeñas quebradas de la zona Andina colombiana que conforman una extensa red hídrica que da origen a los ríos más importantes del país, que resalta a el Tolima como uno de los departamentos rico en recursos hídricos. A pesar de la relevancia de esta biota y la importancia de las quebradas como importantes afluentes de los ríos, existe poca información sobre la diversidad de los organismos que albergan estos cuerpos de agua, lo cual evidencia la necesidad de abordar estudios en sistemática, taxonomía y ecología de este importante orden (Zúñiga *et al.*, 2013; Sunderland, 2012).

Con base en lo anterior se diseñó el presente estudio, enfocado a determinar la composición y estructura de la comunidad de efemerópteros presentes en la Quebrada Yavi en el municipio de Natagaima en el Departamento del Tolima y las posibles relaciones con las características físicas y químicas de la microcuenca.

La información obtenida conforma un insumo importante para futuros estudios de bioindicación, dado que la taxonomía proporciona un conocimiento básico sobre los componentes de la biodiversidad, información imprescindible para el diseño y toma de decisiones para la ejecución de programas del recurso hídrico y de su fauna.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la composición y estructura de la comunidad de efemerópteros presentes y su posible relación con las características físicas y químicas en la quebrada Yavi en el municipio de Natagaima en el Departamento del Tolima.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar hasta el mínimo nivel taxonómico posible la fauna de efemerópteros acuáticos, encontrados en la quebrada Yavi en el Departamento del Tolima.
- Identificar la composición y estructura de la comunidad de efemerópteros presentes la Quebrada Yavi.
- Establecer la variación espacial y temporal de los efemerópteros en la Quebrada Yavi.
- Estimar la abundancia, diversidad y dominancia de la comunidad de efemerópteros, en las estaciones evaluadas en la microcuenca.
- Evaluar las características fisicoquímicas para establecer las posibles relaciones entre la comunidad de efemerópteros evaluadas y algunas variables fisicoquímicas medidas en la Quebrada Yavi.

## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 ANTECEDENTES

El siguiente listado de antecedentes corresponde a la recopilación y revisión de información sobre diversos estudios, que registran información relevante para el conocimiento de Ephemeroptera en América del Sur (Tabla 1), el territorio Colombiano (Tabla 2) y el Departamento del Tolima (Tabla 3)

**Tabla 1.** Trabajos efectuados sobre el Orden Ephemeroptera en Sur América

<b>ANTECEDENTES PARA SUR AMÉRICA</b>	
<b>AUTORES</b>	<b>APORTES</b>
Eaton (1883)	Realiza los primeros estudios acerca de los Efemerópteros en Sur América.
Needham & Murphy (1924)	Presenta el estudio más completo hasta esa fecha sobre los Efemerópteros Neotropicales.
Ulmer (1932)	Describe algunas especies para Centro y Sur América.
Traver (1944)	Elabora las claves para las principales familias y géneros basadas en la fauna de Brasil.
Demoulin (1955)	Genera información importante sobre los Efemerópteros del Sur de Brasil y de la región Amazónica.
Traver & Edmunds (1967)	Revisan el género <i>Traulodes</i> para Suramérica y las especies de la familia Baetidae que poseen garras espatuladas.
Edmunds (1972)	Revisa la biogeografía y evolución de Ephemeropteros en Suramérica junto con la familia Leptophlebiidae de los Andes y las montañas costeras de Brasil. Presenta clave completa de Ephemeropteros para Sur y centro América.
Hubbard (1980)	Presenta lista de Ephemeropteros de América del Sur.



ANTECEDENTES PARA SUR AMÉRICA	
AUTORES	APORTES
Flowers, W & Domínguez, E (1992)	Incluye género <i>Hydrosmilodon</i> el cual es establecido para la especie <i>Traululus primanus</i> para Centro América y nuevas especies para América del Sur ( <i>H. primanus</i> y <i>H. saltensis</i> ).
Lugo, C & McCafferty, W (1998)	Describen 5 nuevos géneros para Baetidae <i>Cryptonympha copiosa</i> (Brasil), <i>Rivudiva</i> (Brasil, Paraguay), <i>Spiritiopssil vudus</i> (Brasil, Guyana Francesa), <i>Varipes lasiobrachi</i> (Colombia, Ecuador), <i>Zelus</i> <i>principales</i> (Brasil, Colombia).
Lugo & McCafferty (1996-1999)	Registran información relevante para el conocimiento de Ephemeroptera en América del Sur.
Domínguez <i>et al.</i> , (2002)	Contribución importante para el conocimiento de Ephemeroptera en América del Sur.
Salles, F., Silva, E., Serrao, J & Francishetti, C (2004)	Registran trece especies y nueve géneros de la familia Baetidae en el sureste de Brasil.
Emmerich, D (2004)	Reporta las especies de Ephemeroptera para Brasil.
	Primer reporte de <i>Vacupernius Wiersema</i> y McCafferty 2000 (Ephemeroptera: Leptohyphidae) para América del Sur.
Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M., Hubbard, M & Nieto, C. (2006)	Hacen aportes importantes sobre morfología, Biología, Distribución, Taxonomía (lista de familias, Subfamilias, géneros y especies) del orden Ephemeroptera.
Ávila, S & Flowers, W. (2006)	Describen dos nuevas especies de ( <i>Choroerpes</i> ), <i>Choroerpes gregoryi</i> , <i>Choroerpes Mairena</i> a lo largo de la costa Oeste de Costa Rica.
Domínguez <i>et al.</i> , (2006)	Reportan cerca 100 géneros y 460 especies de Ephemeroptera.
Gonçalves, I & Da-Silva, E (2010).	Realizan el primer registro en el estado de Pará, Brasil de <i>Amanayphes</i> , <i>Saguassu</i> .

<b>ANTECEDENTES PARA SUR AMÉRICA</b>	
<b>AUTORES</b>	<b>APORTES</b>
Castillo, M & Pérez, B (2011)	Registran el género <i>Varipes</i> por primera vez para Venezuela, describiéndose una nueva especie de este género en el río San Carlos.
Cruz <i>et al.</i> , (2011)	Reporta información sobre Leptohiphidae (Insecta: Ephemeroptera) del noreste de Brasil
Nieto, C & Bardavid, S (2012).	Hacen el primer registro de cuatro especies del género <i>Americabaetis</i> (Ephemeroptera: Baetidae) para Argentina.
Salinas <i>et al.</i> , (2013)	Presentan el primer registro de la especie <i>Hydrosmilodon primanus</i> (Eaton, 1892) para Sur América.
Sajamí, J (2015).	Determina la diversidad, distribución espacial, temporal, composición y abundancia de Ephemeroptera y su relación con los parámetros fisicoquímicos, en una quebrada de primer orden en un Bosque Montano del departamento de Junín (Perú).

**Tabla 2.** Trabajos efectuados sobre el Orden Ephemeroptera en Colombia.

<b>ANTECEDENTES PARA COLOMBIA</b>	
<b>AUTORES</b>	<b>APORTES</b>
Roldán <i>et al.</i> (1980)	Realiza los primeros reportes de la fauna Ephemeroptera para Colombia.
Roldán (1985).	Presenta las primeras claves para el conocimiento de los Efemerópteros en el departamento de Antioquia.
Zúñiga, M & Rojas, A (1995).	Hace una importante contribución al conocimiento del orden Ephemeroptera en Colombia y su utilización en estudios ambientales.
Zúñiga, (2004).	Realiza por primera vez una lista de los Ephemeroptera de Colombia, contabilizando un total de 9 familias, 42 géneros y 33 especies.

ANTECEDENTES PARA COLOMBIA	
AUTORES	APORTES
Córdoba, K., Casas, L., Mosquera, Z & Asprilla, S. (2007).	Reportan nuevos géneros para el Chocó en la región pacífica ( <i>Guajirolus</i> , <i>Farrodes</i> , <i>Campylocia</i> e <i>Hydrosmilodon</i> ).
Gutiérrez, C., Reinoso, G., Guevara, G & Villa, N. (2006).	Realizan el redescubrimiento para Colombia y Suramérica de ninfas del género <i>Choroterpes</i> (Leptophlebiidae: Ephemeroptera).
Emmerich, D (2007).	Reporta dos nuevas especies de <i>Tricorythodes</i> Ulmer (Ephemeroptera: <i>Leptohyphidae</i> ) para Colombia.
Reinoso, et al., (2007).	Hace aporte sobre las formas Inmaduras del orden Ephemeroptera de la cuenca del río Totare.
Gutiérrez, C., Reinoso, G., & Guevara, G (2008).	Aportan el primer registro para Colombia de ninfas del género <i>Needhamella</i> (Domínguez & Flowers, 1989) ( <i>Leptophlebiidae</i> , Ephemeroptera).
Molineri, C (2009).	Reporta una nueva especie de <i>Caenis</i> (Ephemeroptera: <i>Caenidae</i> ) para Colombia.
Salinas, L., Gómez, L., Salles, F & Bacca, T (2011).	Registran tres nuevas especies de <i>Baetodes</i> <i>Needham &amp; Murphy</i> (Ephemeroptera: <i>Baetidae</i> ) para Colombia.
Salinas, L., Gómez, L., Salles, F & Bacca, T. (2011)	Registran tres nuevas especies de <i>Baetodes</i> en el departamento de Nariño, en la región sur de Colombia.
Salinas <i>et al.</i> , 2012.	Realizan los primeros registros de Efemeróptera Insecta para el departamento del Putumayo.
Díaz, A. J., Nieto, C., & Riaño, N. (2012).	Registran por primera vez para Colombia <i>Baetodes gibbus</i> , basado en material colectado en el departamento de Boyacá.
Gómez, L & Gutiérrez, Y (2012).	Aportan información sobre la taxonomía y distribución de Efemeróptera.

ANTECEDENTES PARA COLOMBIA	
AUTORES	APORTES
García, L., Hoyos, D & Díaz, L. (2013).	Registran por primera vez el género <i>Choroterpes</i> (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) para el departamento de Caldas, Colombia.
Domínguez, E (2014).	Hace el primer registro genérico y descripción de una nueva especie de <i>Ulmeritoides</i> (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) de Colombia.
Zúñiga <i>et al.</i> , (2014).	Generan un nuevo registro de <i>Tricorythopsis rondoniensis</i> (Insecta: Ephemeroptera: Leptohyphidae): para Colombia y la cuenca del río Orinoco.
Gutiérrez, Y & Días, L. (2015).	Genera información taxonómica y de distribución de los géneros del orden Ephemeroptera en Caldas encontrando diferencias altitudinales.
Gutiérrez, Y & Días, L. (2015).	Hacen aporte importante al conocimiento de los Ephemeroptera (Insecta) de Caldas – Colombia, claves taxonómicas para los géneros y notas sobre su distribución.

**Tabla 3.** Trabajos efectuados sobre el Orden Ephemeroptera en el departamento del Tolima.

ANTECEDENTES PARA EL TOLIMA	
AUTORES	APORTES
Reinoso, G (1998).	Realiza la evaluación de Efemerópteros y la fauna béntica del río Combeima.
Torres, A, Reino, G & Villa, F (2003).	Hace el estudio Limnológico de la cuenca del río Coello (Departamento del Tolima) con especial referencia a la fauna de Ephemeroptera.
Torres, A., Reinoso, G & Villa, F (2003).	Realiza el estudio preliminar del orden Ephemeroptera de la cuenca del río Coello, departamento del Tolima Colombia

ANTECEDENTES PARA EL TOLIMA	
AUTORES	APORTES
Domínguez, A (2006)	Hace la revisión taxonómica del género <i>Haplohyphes</i> del departamento del Tolima
Gutiérrez, C (2007).	Realiza el estudio de los efemerópteros inmaduros de los ríos Prado y Amoyá.
Gutiérrez, C & Reinoso, G (2008).	Hacen el primer registro de la familia <i>Euthyplociidae</i> (Ephemeroptera: Insecta) para el departamento del Tolima, y su relación con la calidad de agua
Gutiérrez, C & Reinoso, G (2010).	Reportan los géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia.
Salinas L., <i>et al</i> (2013).	Hacen el primer registro de la especie <i>Hydrosmilodon primanus</i> para Sur América basado en ninfas colectadas en el municipio de San Sebastián de Mariquita, departamento del Tolima, Colombia.
Forero A., Gutiérrez, C & Reinoso, G. (2013).	A partir del índice (EPT) se evaluó la calidad del Agua del río Opia- Tolima.
Jiménez, D (2014).	Determinó las posibles relaciones entre la fauna de efemerópteros (Leptohyphidae) y la calidad del agua en diferentes tramos en la cuenca del río Alvarado.
Forero, A & Reinoso, G. (2013).	Realizaron el estudio del orden Ephemeroptera (Insecta) en la cuenca del río Alvarado, Tolima-Colombia.
Forero, A., Reinoso, G & Gutiérrez, C. (2013)	Registran las especies de la familia Baetidae de la cuenca del río Alvarado (Tolima- Colombia).

Fuente: La Autora

## 2.2 ECOSISTEMA ACUÁTICO

Los ecosistemas acuáticos continentales o ecosistemas de agua dulce son definidos como unidades ecológicas funcionales asociadas al agua que intercambian materia (nutrientes), energía e información, que incluye una variedad de ambientes con dinámica espacial y temporal (Thiemme *et al.*, 2007), Colombia presenta dos clases de ecosistemas acuáticos: marino y no marino en este último ubica los ecosistemas lóticos, lénticos y los de agua estancadas (Roldan, 1992 y Rodríguez., *et al* 2014).

### **2.3 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Se denominan macroinvertebrados acuáticos aquellos invertebrados con un tamaño superior a 500  $\mu\text{m}$ , ausencia de columna vertebral, tamaño pequeño y morfologías muy diversas que comprenden una gran parte de la diversidad biológica del ecosistema lotico, donde el grupo más ampliamente distribuido y abundante en las aguas dulces corresponde a los insectos, la mayoría de sus estados inmaduros (ninfal y larval) son acuáticos mientras los adultos suelen ser terrestres (Ladrera, 2012). Juegan un papel importante en la red trófica controlando presas y constituyendo una fuente alimenticia, igualmente aceleran la descomposición de detritos y aumentan el reciclaje de nutrientes (Castellanos y Serrato, 2008). Esta fauna presenta ventajas sobre otros componentes de la biota acuática tales como, presencia cosmopolita, naturaleza sedentaria que permite analizar espacialmente los efectos de la perturbación en el ambiente, presentan respuesta rápida a tenses ambientales de muestreo, son organismos fáciles de identificar, apreciables a simple vista, requieren equipos simples y de bajo costo junto con disponibilidad de métodos y análisis de datos universales para su identificación (Roldán, 1992; Valdovinos, 2006; Springer, 2010; Fernández, 2012 y Gómez, 2014). La estructura de las comunidades de macroinvertebrados es afectada principalmente por la disponibilidad de alimento, el tipo de sedimento, el sustrato, la temperatura del medio y la concentración del  $\text{CO}_2$  y ácido sulfúrico, factores variables en ambientes fluviales (Gómez, 2014).

### **2.4 ORDEN EPHEMEROPTERA**

Las ninfas del orden Ephemeroptera constituyen uno de los mayores componentes de la fauna de invertebrados que habitan una amplia variedad de ecosistemas lóticos y lenticos (Córdoba *et al.*, 2007; Flowers y De la rosa, 2010). Reciben este nombre a causa de la vida corta o “efímera” que llevan como adultos, tiempo durante el cual alcanzan su madurez sexual y se reproducen (Roldán, 1996), puesto que las larvas de este orden son exclusivamente acuáticas y pueden vivir hasta 2 años, mientras que la vida del adulto es muy efímera, llegando a vivir pocas horas (Ladrera, 2012). Poseen una característica única entre los insectos, mudan después de haber llegado a un primer estadio alado (subimago), para llegar al adulto final o imago, el encargado de la reproducción (Roldán, 1996; Domínguez y Fernández, 2009; Cervantes y Águilar, 2010; Flowers y De la Rosa, 2010).

## **2.5 CARACTERES MORFOLÓGICOS**

Las ninfas de este orden se reconocen por la presencia de dos o tres filamentos al final del abdomen dos laterales denominado cercos y uno central denominado filamento terminal, tórax compuesto por 3 segmentos cada uno con un par de patas, agallas en los segmentos abdominales y una sola uña o garra tarsal al final de cada pata, aparato bucal masticador, ojos compuestos y desarrollados, patas con cinco segmentos, pterotecas en el meso y metatórax, antena setácea, 10 segmentos abdominales cuyo último segmento ocupa la genitalia. En los adultos las alas anteriores se encuentran más desarrolladas que las posteriores con gran número de venas longitudinales de coloración translúcida, con presencia de patas mucho más largas y delgadas, cabe resaltar que las ninfas presentan diversidad morfológica entre familias, y géneros (Domínguez *et al.*, 2003; Zúñiga *et al.*, 2004; Cervantes y Aguilar, 2010).

## **2.6 BIOLOGÍA**

Los efemerópteros poseen metamorfosis simple o hemimetábola con ciclos univoltinos, multivoltinos y semivoltinos (Domínguez *et al.*, 2006). Los adultos cuentan con alas que le permiten realizar el vuelo nupcial fundamental para la reproducción, donde las

hembras son atraídas y agarradas por los machos mediante sus patas delanteras, en momento de vuelo o sobre la vegetación, seguido por la ovoposición en la superficie del agua o en el fondo del mismo (Barber *et al.*, 2008; Domínguez y Fernández, 2009; Flowers y De la Rosa, 2010).

## 2.7 ECOLOGÍA

Los estadios inmaduros viven en ambientes dulceacuícolas desde aguas corrientes a estancadas ocupando distintos microambientes tales como rocas, fondos lodosos arenosos y hojarasca (Roldan, 1985; Domínguez *et al.*, 2009) y ciertos ambientes oligotróficos y meso tróficos (Mariano y Froehlich, 2007). Las ninfas son generalmente raspadoras, recolectoras, en su mayoría son detritívoros y herbívoros (Fernández, 2012), pues se alimentan básicamente de material vegetal, algas unicelulares, detrito que incluye material vegetal alóctono (Mariano y Froehlich, 2007). Poseen respiración hidropnéustica realizada a través de sus branquias, en pocos casos suelen oxigenarse por medio de su superficie cutánea (Flowers y De la Rosa, 2010).

## 2.8 IMPORTANCIA

Por su gran diversidad en los ecosistemas acuáticos, lo fácil y poco costoso que resulta su muestreo, pero sobre todo los variados rangos de tolerancia a la contaminación que presentan las especies dentro del orden, junto con sus cambios de abundancia, frecuencia y permanencia son postulados como grupo importante para estudios de impacto ambiental y conservación (Domínguez *et al.*, 2003; Lazo *et al.*, 2008; Flowers *et al.*, 2010). Así mismo juegan un papel importante en los ecosistemas ya que intervienen activamente en el funcionamiento de los ecosistemas, formando parte del ciclo de nutrientes puesto que ocupan diferentes niveles tróficos, constituyen varios grupos funcionales, y forman parte de la cadena alimenticia al alimentarse de detritus sirviendo a su vez como componente importante en la dieta de otros organismos acuáticos, por ultimo aportan biomasa al sistema (Domínguez *et al.*, 2003; Valdovinos, 2006; Córdoba *et al.*, 2007).



## 2.9 TAXONOMÍA

Este orden cuenta con aproximadamente 300 géneros y 4000 especies descritas en todo el mundo; en América del Sur para el 2006 se dató 15 familias, 100 géneros y 450 especies (Domínguez *et al.*, 2006). Para el año 2009 se registraron 14 familias, 105 géneros, y 452 especies cuyas familias más representativas son Baetidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Caenidae, Polymitarcyidae (Domínguez y Fernández, 2009; Campiño, 2014), actualmente se cuentan con 14 familias, 74 géneros (Domínguez *et al.*, 2013). Las familias con mayor número de representantes son Baetidae (30%) y Leptophlebiidae (26.6%), la riqueza del orden representa el 9% de la fauna conocida en Sudamérica.

**2.9.1 Familia Baetidae.** Insectos de pequeño a mediano tamaño, cuyas ninfas tienen cuerpos modificados para nadar, y arrastrarse presentan branquias como láminas en los segmentos abdominales 1-7 o 2-7, abundantes en quebradas y ríos no contaminados (Flowers y de la Rosa, 2010). Colonizan distintos meso- hábitats desde áreas con fuerte corriente a remansos, no obstante algunos géneros pueden ser encontrados en ambientes lenticos (Salles *et al.*, 2004). Hábitos raspadores, colectores con presencia de algunos géneros filtradores y depredadores (Salles *et al.*, 2016).

- *Americabaetis* (Kluge, 1992).

Corresponde a uno de los baetidos de mayor distribución, el cual se extiende desde Centroamérica hasta el Sur de Sudamérica; sus ninfas son buenos nadadores y se encuentran asociadas a la vegetación y piedras, localizadas en ríos y arroyos con calidad de agua muy variada (Zúñiga *et al.*, 2004).

- *Baetodes* (Needham & Murphy, 1924)

Género de distribución Neártica y Neotropical; habitan ríos de corriente moderada a fuerte, sobre las piedras donde se alimentan como raspadoras del biofilm, cuentan con espectros amplios en términos de calidad de agua y condiciones ecológicas (Zúñiga *et al.*, 2004).

- *Camelobaetidius* (Demoulin, 1966).  
Distribuido en la región Neártica y Neotropical (Zúñiga *et al.*, 2004), presentan gran variación del rango de profundidades donde sus hábitats viables aumentan cuando incrementa el caudal de los ríos (FONAG, 2015), con preferencia hacia el sustrato roca.
- *Cloeodes* (Traver, 1938).  
Ninfas tolerables a condiciones de hábitat de diferente tipo (Zúñiga *et al.*, 2004), presentan gran variación del rango de profundidades (FONAG, 2015).
- *Guajirolus* (Flowers, 1985)  
Ninfas encontradas en arroyos y ríos con fondos rocosos (Zúñiga *et al.*, 2004).
- *Varipes* (Lugo. Ortiz & McCafferty, 1998)  
Las ninfas se encuentran en hábitats acuáticos con presencia de sustrato arenoso (Domínguez *et al.*, 2009).
- *Callibaetis* (Eaton, 1881)  
Se pueden encontrar en muchos hábitats diferentes. Las ninfas se han recogido en ríos, arroyos o aguas temporales con sustrato rocoso o arenoso (Domínguez *et al.*, 2009).
- *Nanomis* (Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999).  
Los especímenes de este género se han recogido en muchos ríos, especialmente de las selvas tropicales de montaña (Domínguez *et al.*, 2009).

**2.9.2** Familia Caenidae. Representada en América del Sur por 4 géneros y 20 especies, las ninfas tienen un par de branquias filiformes en el primer segmento abdominal, un par de grandes branquias operculares cuadradas en el segundo segmento, que cubren a las restantes branquias membranosas, que poseen los márgenes con flecos (Domínguez y Fernández, 2009). Pueden ser encontradas en cualquier tipo de ambiente léntico o lótico, generalmente asociadas a sedimento muy fino en zonas con corriente de agua lenta a moderada (Domínguez y Fernández, 2009) prefieren áreas de fango y vegetación, con poca o ninguna corriente (Flowers y De la Rosa, 2010).

- *Caenis* (Stephens, 1835)

Género que puede ser encontrado en ríos así como en lagos y lagunas, generalmente vive en el sedimento muy fino limo o fango o en la vegetación flotante y marginal, suelen tolerar altas variaciones en el contenido de oxígeno (Zúñiga et al., 2004).

- *Cercobrachys* (Soldán, 1986).

Las ninfas se encuentran en prácticamente todo tipo de hábitat acuático, generalmente prefiriendo lagunas, lagos y remansos de ríos. También se pueden encontrar agregados en la vegetación en las zonas actuales y en las plantas lenticas flotantes, contando con una amplia gama de temperaturas y niveles variables de contaminación (Domínguez et al., 2009).

**2.9.3** Familia Leptohyphidae. La familia leptohyphidae es considerada una de las familias más diversas después de *Baetidae*, *Leptophlebiidae* y *Polymitarcyidae* (Cruz et al., 2011). Las ninfas se caracterizan por la presencia de agallas operculadas en el segundo segmento abdominal, cuerpo sub cilíndrico, a veces aplanado, cabeza ovoide, branquias ausentes en el 1º segmento pero presentes en el 2º operculares ovales, triangulares sin unirse en la línea media del abdomen; las del segmento 3-6 son dobles con la lámina ventral lobulada (Campiño, 2014).

Las ninfas se encuentran en todo tipo de ríos y quebradas, incluyendo quebradas degradadas en áreas cultivadas, viven entre las piedras, hojarasca sumergida y vegetación acuática, en donde se refugian de las corrientes fuertes (Flowers & De la Rosa, 2010).

- *Tricorythodes* (Ulmer, 1919)

Se encuentra en las diferentes regiones naturales del territorio Nacional, habitan frecuentemente en los parches de arena gruesa que se deposita aguas debajo de las rocas enterradas o bajo las rocas, en ríos limpios de corriente moderada a fuerte (Zúñiga *et al.*, 2004) son excavadores en bancos de barro de aguas frías y cálidas (Rojas *et al.*, 1993).

- *Leptohyphes* (Soldán, 1986).

Presente en diferentes tipos de ecosistemas, con preferencias menos específicas, encontrados en tronco sumergidos, algas filamentosas, rocas, vegetación semisumergida y plantas acuáticas, toleran ríos con buena cantidad de material en suspensión y con alguna carga de desechos orgánicos antrópicos (Zúñiga *et al.*, 2004) así mismo aguas cálidas, frías (Rojas *et al.*, 1993).

- *Vacupernius* ( Wiersema & McCafferty, 2000)

Las ninfas de la familia Leptohyphidae viven entre las piedras, hojarasca sumergida y vegetación acuática, en donde se refugian de las corrientes fuertes muchas veces se encuentran dentro del fango en el fondo de las quebradas (Campiño, 2014).

**2.9.4** Familia Leptophlebiidae. Cuenta con aproximadamente 40 géneros y 150 especies, comunes en casi todos los ríos y arroyos; Las ninfas tienen aparato bucal herbívoro generalizado, y se consideran detritívoros o recolectores filtradores (Domínguez y Fernández, 2009), cuentan con branquias bifurcadas (Flowers y De la Rosa, 2010). Las ninfas presentan cuerpo aplanado dorsoventralmente, se alimentan de partículas raspadas de las rocas adheridas, utilizando las cerdas de sus maxilas que poseen poder filtrador auxiliados por largas cerdas de los palpos maxilares (Salles *et al.*, 2016).

- *Thraulodes* (Ulmer, 1920).

Género muy diverso en Sudamérica, registrado en sustratos rocosos, y musgo en áreas de corriente rápida (Romero *et al.*, 2006), se encuentran en casi todos los arroyos y ríos y en una amplia gama de altitudes, generalmente se encuentran en aguas bien aireadas, aunque pueden tolerar algunas fluctuaciones en la temperatura y el nivel de oxígeno asociándose generalmente con fondos pedregosos, aunque algunos se encuentran en la vegetación sumergida (Domínguez *et al.*, 2009).

- *Traverella* (Edmunds, 1948).

Las ninfas de este género, al igual que otras del complejo de *Hermanella*, se alimentan al parecer mediante sistema de filtración, utilizando el labrum y el ancho de su aparato maxilar, para filtrar partículas de la corriente (Domínguez *et al.*, 2009). Habitan aguas turbias y cálidas (Rojas *et al.*, 1993).

- *Choroterpes* (Eaton, 1881).

El género está distribuido en la zona que comprende la región holártica, Neotropical, con distribución cosmopolita (García *et al.*, 2013).

**2.9.5** Familia Polymitarcyidae. Las náyades de esta familia se encuentran en sistemas lóticos y ocurren en sustratos mixtos de arena, grava y arcilla, donde los géneros más representativos utilizados en biomonitoreo a causa de su tamaño y hábito bentónico son *Campsurus* y *Euthyplocia* (Espino *et al*, 2000), posee una amplia distribución en la región Neotropical, Neártica, Paleártica, Afrotropical y Oriental. Habitan ambientes lóticos y lenticos (estanques, ríos, quebradas) al abrigo de las rocas y los túneles subterráneos o galerías que construyen, aunque tienen un marcado hábito fosorial, logran nadar bien gracias a sus branquias (Ephemeroptera do Brasil, 2016).

Ninfas de tamaño relativamente grande encontradas tanto en ambientes lóticos como lenticos, con presencia de colmillos mandibulares, de hábito filtrador posicionando las patas anteriores cerca de su cabeza para capturar las partículas con ayuda de las cerdas pectinadas del margen lateral de las mandíbulas (Salles *et al.*, 2016).

- *Campsurus* (Eaton, 1871).

Las ninfas son principalmente minadoras en fondos de lagos y lagunas, donde puedan soportan periodos de anoxia, distinguibles por presentar colmillos mandibulares y alargados con un prominente tubérculo basal en el margen mediano con muchas crenaciones apicales (Zúñiga *et al.*, 2004; Rojas *et al.*, 1993).

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 AREA DE ESTUDIO

El municipio de Natagaima se encuentra localizado al sur del Departamento del Tolima, en el borde occidental de la Cordillera Oriental, en el Valle del Río Magdalena y el borde Oriental de la Cordillera Central a la altura de la subcuenca de Neiva. Cuenta con una extensión total de 86.683 Hectáreas, de las cuales 196,32 Hás corresponden al casco urbano, 118.52 Hás a los centros poblados rurales, 2.454 Hás a cuerpos de agua y las restantes 83.914,16 Has al sector rural donde se localiza la Vereda Yavi. Su régimen de lluvias es bimodal (2 épocas marcadas de lluvias) y la temperatura oscila entre 20 °C – 28 °C con presencia de un clima cálido semiárido marcado en la vereda Yavi. El sistema hidrográfico está constituido por la gran cuenca del Río Magdalena, cuencas, subcuencas y microcuencas de órdenes inferiores, con una abundante red de drenajes superficiales (Gonzáles *et al.*, 2003).

**3.1.1 Cuenca Del Río Magdalena.** La gran cuenca del Río Magdalena hace parte de la red hidrográfica del Municipio, con un recorrido de Sur a Norte en una longitud de 51 Km y un caudal promedio año 728.81 m<sup>3</sup>, presentando un alto grado de contaminación, no posee zonas de protección en sus riberas, ya que en la mayoría de estas áreas se establecen cultivos (Gonzáles *et al.*, 2003).

Vereda Yavi: Localizada en el margen derecho del río Magdalena, con un área de 3.265,5 hectáreas, limita por el oriente con el municipio de Prado, al occidente con la vereda de Pocharco, al sur con Planes de Pocharco y al norte con el río Magdalena y un sector de Prado. La economía y actividad comercial se basa en el sector agrícola y pecuario, con presencia de cultivos semestrales de algodón, arroz, sorgo, maíz y frutales (cítricos, papaya, ciruela y anón), en la parte pecuaria destaca la ganadería de doble propósito, lo mismo que la avicultura, porcinos y piscicultura para el consumo familiar (Gonzáles *et al.*, 2003)

### 3.2 METODOLOGÍA DE CAMPO

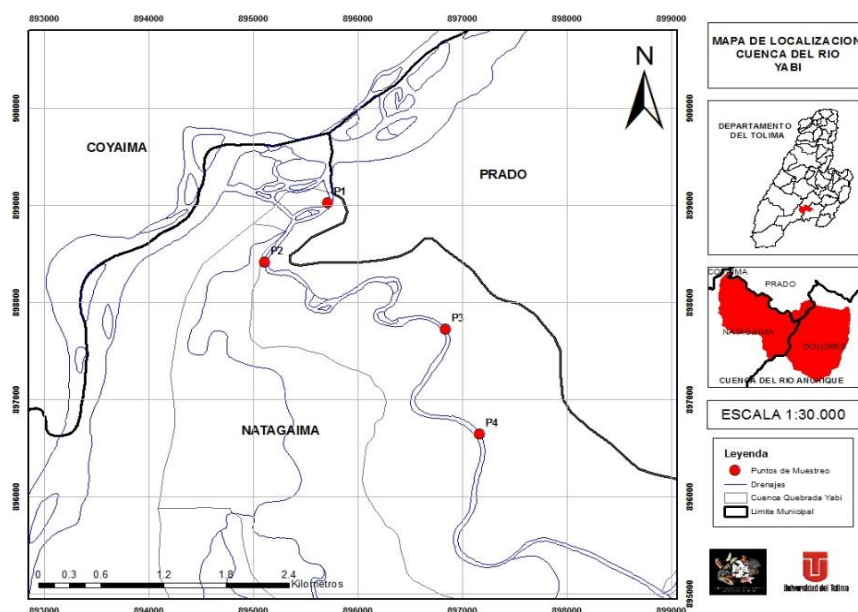
Las temporadas de muestreo fueron establecidas con base en el histórico hidrológico del IDEAM (figura 2) de los últimos años. Con base en lo anterior se realizó el M1: Julio (Temporada Seca); M2: Diciembre (Periodo de Transición) del año 2015; M3: Abril (Temporada húmeda) y M4, M5: Julio (Temporada Seca), del año 2016. Fueron establecidos (4) puntos de muestreo (Tabla 4), (Figura 1) y (Figura 3) a lo largo de la Quebrada Yavi:

**Tabla 4.** Estaciones de muestreo establecidas a lo largo de la Quebrada Yavi.

EST	ABREV.	ALTURA	COORDENADAS
1	E1	310msnm	N: 04°25'38.0 W:75°12'48
2	E2	313msnm	N : 03°40'37,5 W: 75°01'21
3	E3	321msnm	N : 75°00'19.1 W : 30°40' 16
4	E4	359msnm	N: 3° 39' 39.9 W: 75° 00' 11

Fuente: La Autora.

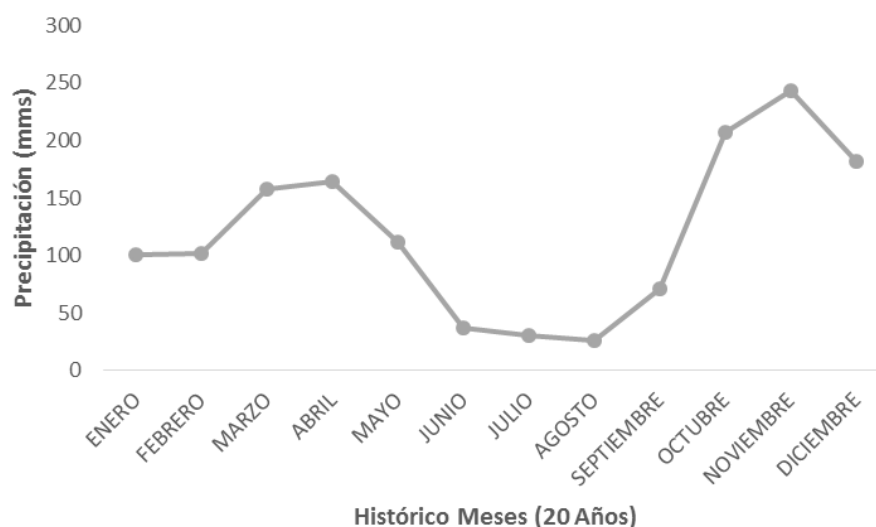
**Figura 1.** Localización de los puntos de muestreo de la Quebrada Yavi.



Fuente: GIZ



**Figura 2.** Promedios mensuales correspondientes al Histórico de precipitación de la estación pluviométrica la Tinaja cercana a la zona de muestreo (IDEAM, 2015).

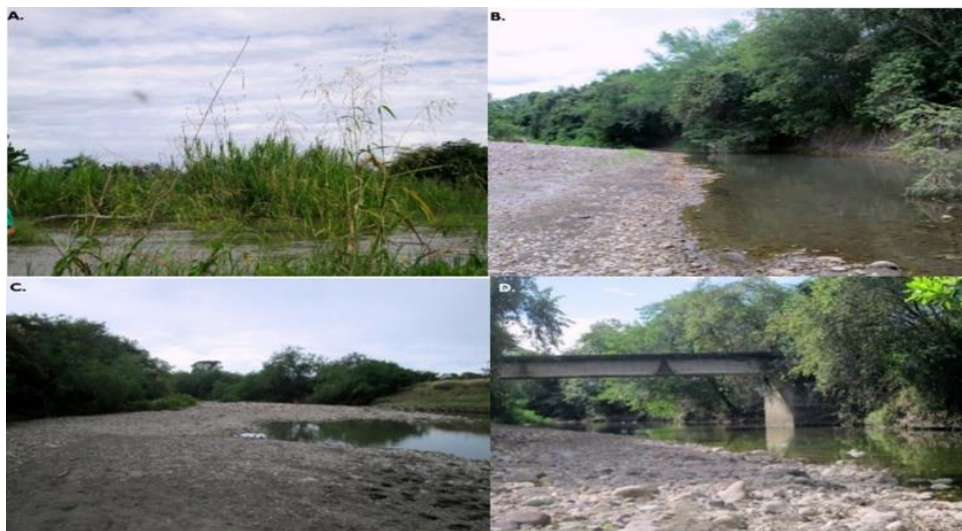


Fuente: La Autora

### 3.3 COLECTA DE MATERIAL BIOLÓGICO

Para la Colecta del material biológico se emplearon métodos cuantitativos tales como la Red Surber que consta de un marco metálico de 30X30 con una abertura de malla de aproximadamente 500 micras y un juego de Tamices los cuales permiten evaluar un área determinada, así como también métodos cualitativos como la Red Pantalla, una red con un ojo de malla de 500 micras, sujeta a dos mangos de madera (González y Maestre, 2014) que permite abarcar un mayor número de sustratos. La operación de toma de la muestra se repitió tres veces por estación de muestreo y los organismos colectados fueron depositados en frascos plásticos, en alcohol al 70% y posteriormente fueron llevados al Laboratorio de Zoología de la Universidad del Tolima para su limpieza, y determinación hasta el mínimo nivel taxonómico posible.

**Figura 3.** Estaciones de Muestreo Quebrada Yavi. A) E1: Desembocadura B) E2: Tramo C) E3: Tramo D) E4: Puente.



Fuente: La Autora

### 3.4 PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

Paralelo a la colecta biológica en cada una de las estaciones del muestreo, se tomaron in situ, parámetros como: temperatura ambiente, temperatura del agua, velocidad de la corriente y ancho del caudal; para la medición de las variables fisicoquímicos tales como oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, turbidez, Alcalinidad, Dureza, nitratos, fosfatos, DBO, DQO, % de Saturación de Oxígeno, sólidos totales y sólidos suspendidos, se tomó en cada estación 1 litro de agua en frascos plásticos, etiquetados y refrigerados que fueron transportadas al Laboratorio LASEREX en la Universidad del Tolima, al tiempo se tomaron muestras de agua en botellas de vidrio estériles para el análisis de Coliformes Totales.

### 3.5 METODOLOGÍA DE LABORATORIO

Los organismos colectados se separaron con pinzas entomológicas de punta fina; el proceso de limpieza y separación de los macroinvertebrados acuáticos, se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación en Zoología de la Universidad del Tolima, donde

fueron determinados hasta el mínimo nivel taxonómico, utilizando claves de diferentes autores como: Roldan (1996), Fernández y Domínguez (2001), Domínguez *et al.*, 2006, Domínguez y Fernández (2009) y (Hamada *et al.*, 2014). Posteriormente se hicieron los micropreparados de piezas de importancia taxonómica tales como partes del aparato bucal (mandíbulas, maxilas, hipofaringe, labium, labrum), branquias y uña tarsal en portaobjetos con glicerina bajo un estereoscopio y microscopio Olympus, respectivamente se tomaron fotografías para cada uno de los géneros. Luego de su determinación se compararon con los Macroinvertebrados de la Colección Zoológica de la Universidad del Tolima (CZUT), y posteriormente fueron ingresados a la CZUT, sección Macroinvertebrados Acuáticos en alcohol al 70%.

### 3.6 ANÁLISIS DE DATOS

#### Abundancia Relativa (AR%)

Se calculó el porcentaje de abundancia relativa para las familias y los géneros encontrados durante los 5 muestreos, con el fin de determinar la variación temporal y espacial de la composición y estructura de la comunidad de efemerópteros.

Abundancia relativa:

$$AR: (ni/N) *100$$

Donde:

AR= Abundancia relativa de la especie.

ni = El número de individuos capturados u observados de la especie.

N =El número total de individuos capturados u observados.

#### Índices ecológicos

Se determinó a nivel espacio-temporal los índices ecológicos (Índice de diversidad de Shannon-Wiener H', Índice de dominancia de Simpson) por medio del paquete estadístico PastProgram, posteriormente fueron transformados según la Serie de Números de Hill.

### *Número efectivo de especies Serie Hill*

$$\sum_{i=1}^S p_i^q$$

Donde  $p_i$  es la abundancia relativa de la especie  $i$ , es decir, la abundancia de la especie  $i$  dividida entre la suma total de abundancias de las  $S$  especies que integran la comunidad y el exponente  $q$  es el orden de la diversidad (Moreno et al., 2011).

### *Índice de similitud de BRAY CURTIS*

Se empleó el índice de Bray Curtis para determinar similitud entre las estaciones de muestreo de la Quebrada Yavi.

### *Ensamblaje de la comunidad de Ephemeropteros*

#### *Nonmetric Multidimensional Scaling*

Se realizó un análisis de NMDS (Nonmetric multidimensional scaling) mediante el Programa Primer 7 que permitió reflejar en un espacio las posibles relaciones entre los géneros, los muestreos y las estaciones presentes en la quebrada Yavi.

Los datos fisicoquímicos se transformaron con la fórmula  $\log(x+1)$  y los datos de taxones con raíz cuadrada; posteriormente para el análisis multivariado se aplicó el Test de normalidad que permitió conocer cómo se distribuyeron los datos.

### *Análisis de Correspondencia Canónica*

Posteriormente se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica para determinar las relaciones entre la fauna de efemerópteros y las variables fisicoquímicas de la quebrada Yavi empleando el programa Canoco versión 4.5.

### *Curva de acumulación de especies*

Así mismo se realizó una curva de acumulación de especies mediante el paquete Estadístico Estimate, por medio de los estimadores Chao 1, Cole rarefaction, Ace Mean, basados en las abundancias de los géneros, los cuales fueron representados gráficamente permitiendo evaluar los esfuerzos de muestreo a partir de la estimación del número de especies (géneros) esperadas.

## 4. RESULTADOS

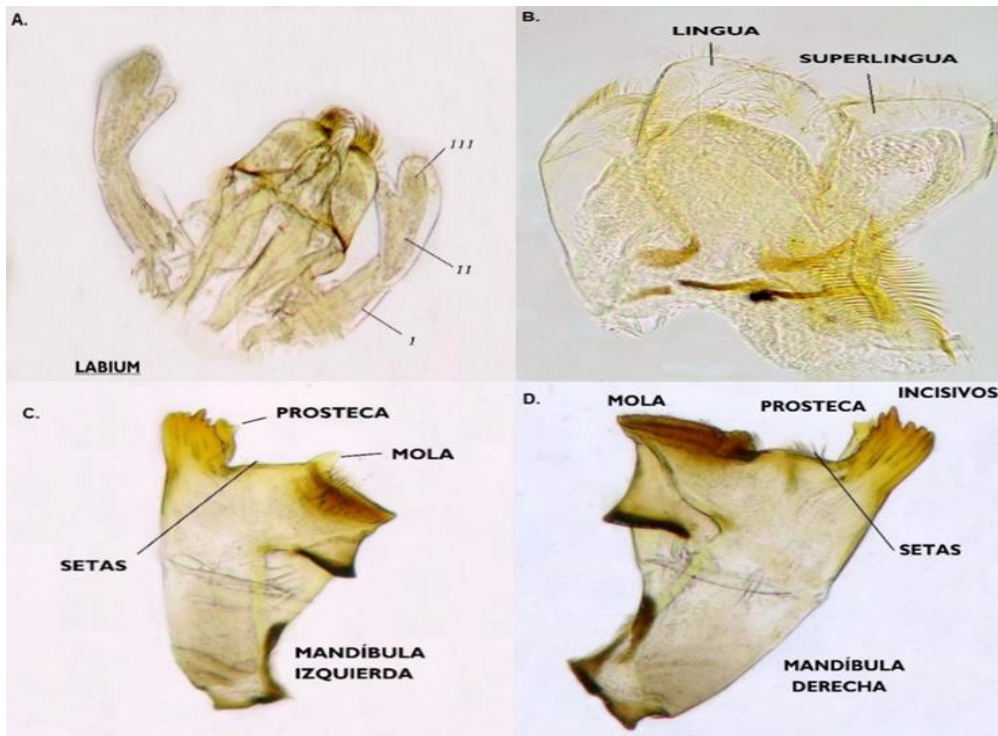
### 4.1 ASPECTOS TAXONÓMICOS

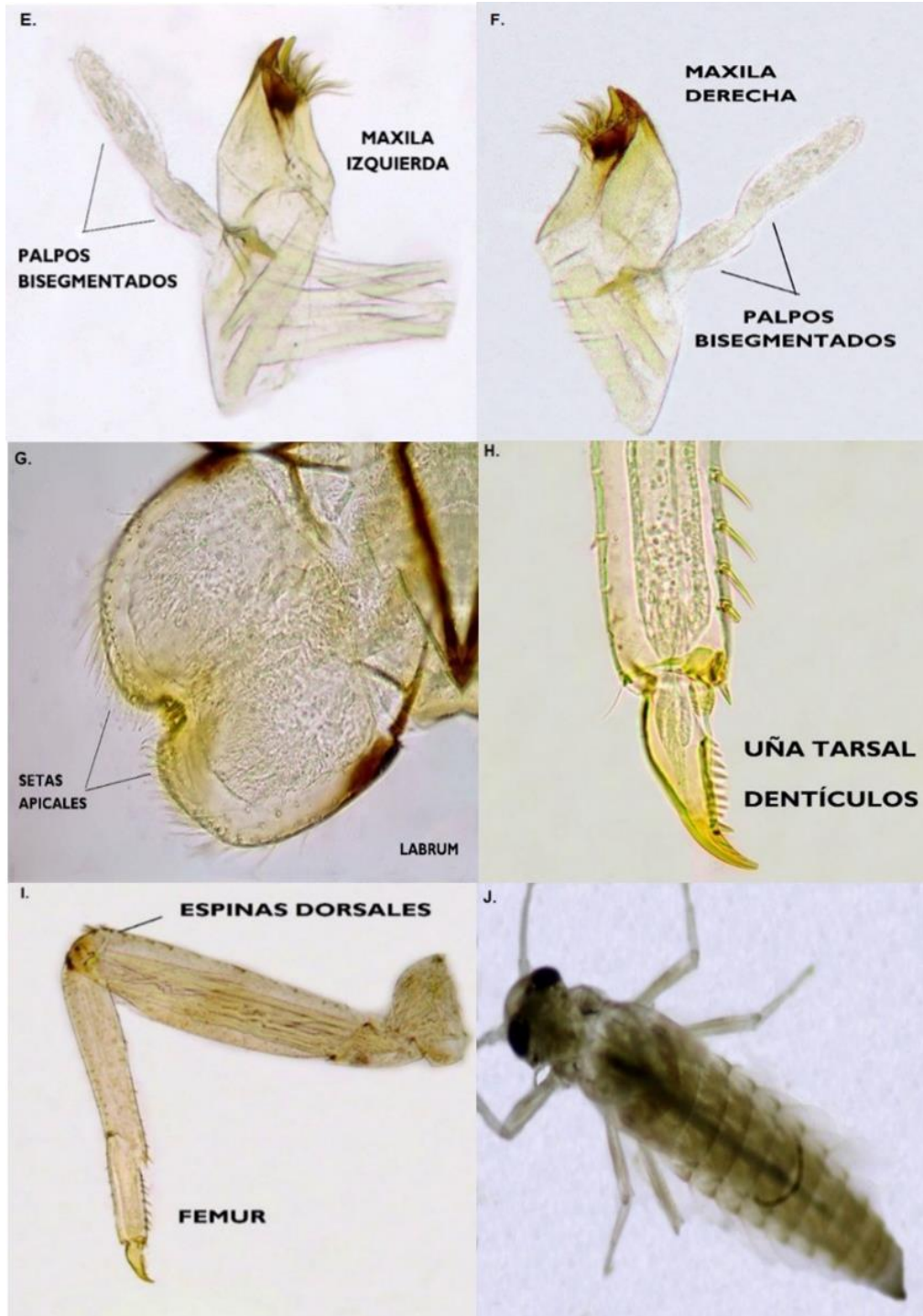
#### 4.1.1 Familia Baetidae

Género *Americabaetis* (kluge, 1992)

Cabeza más larga que ancha, Uñas tarsales aguzadas hacia el ápice con dentículo apical sub-igual a los restantes, branquias como láminas simples presentes en los segmentos abdominales II-VII, tibias sin arco de setas, segmento II del palpo labial con una proyección digitiforme, mandíbulas con setas simples entre la prosteca y la mola, labrum con presencia de setas apicales, fémures robustos con una hilera dorsal de espinas, uñas tarsales con una sola hilera de dentículos, maxilas con palpos bisegmentados (Figura 4).

**Figura 4.** Aparato Bucal del género *Americabaetis*. A) Labium B) Hipofaringe C) Mandíbula Izquierda D) Mandíbula Derecha E) Maxila Izquierda F) Maxila Derecha G) Labrum H) Uña Tarsal I) Fémur J) Ninfa.





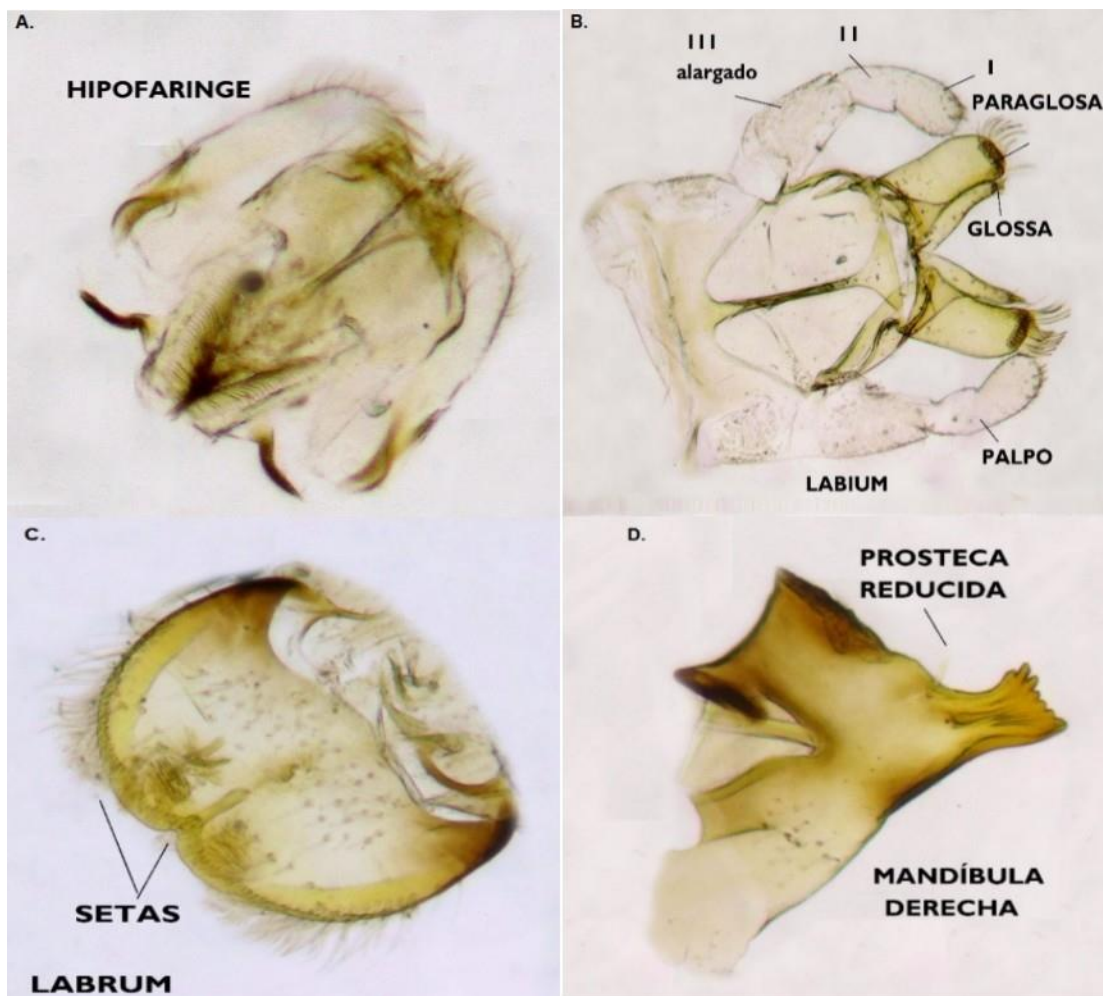
Fuente: La Autora.

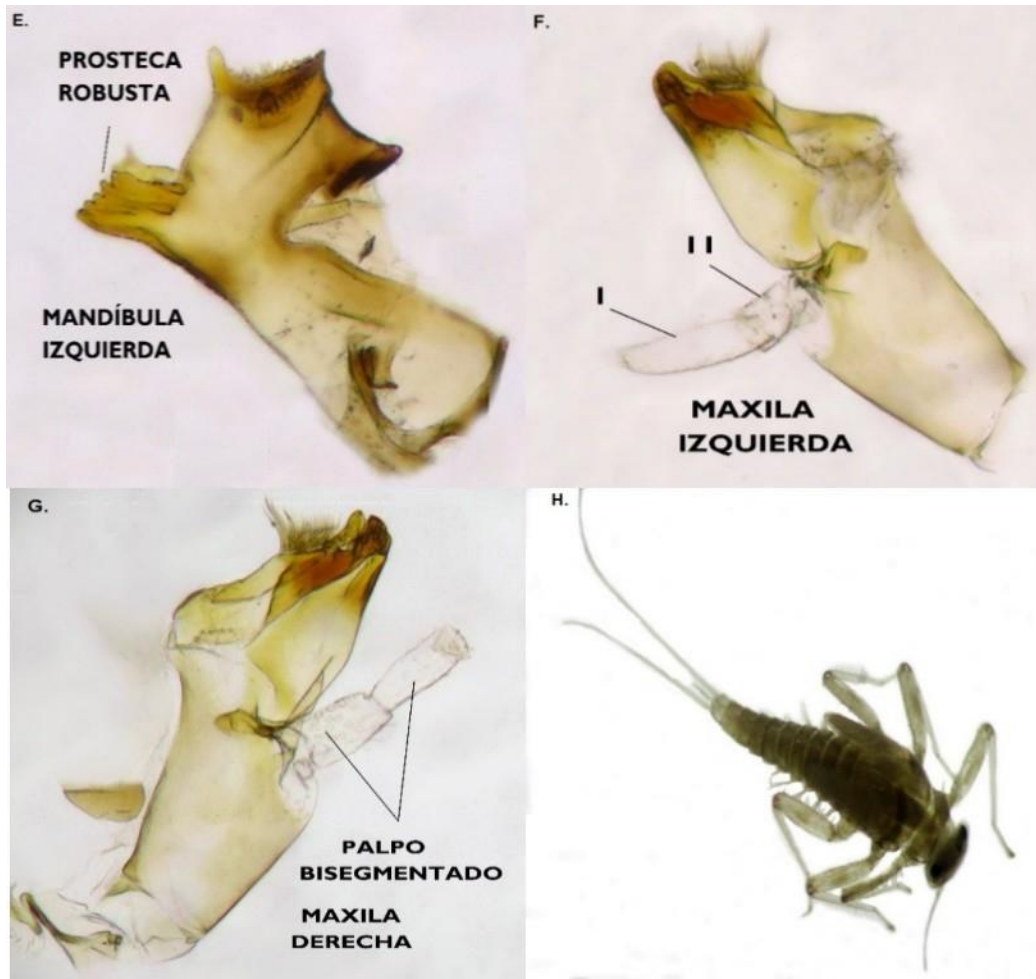


Género *Baetodes* (Needham & Murphy, 1924).

Uñas tarsales aguzadas hacia el ápice, branquias en los segmentos abdominales I-V, labrum con hilera de espinas como setas, mandíbulas con incisivos, mandíbula izquierda con prosteca robusta y dientes apicales, mandíbula derecha con prosteca reducida a una seta tipo espina, maxilas con presencia de palpos bisegmentados (Figura 5).

**Figura 5.** Aparato Bucal del género *Baetodes* A) Hipofaringe B) Labium C) Labrum D) Mandíbula Derecha E) Mandíbula Izquierda F) Maxila Izquierda G) Maxila Derecha H) Nínfa.





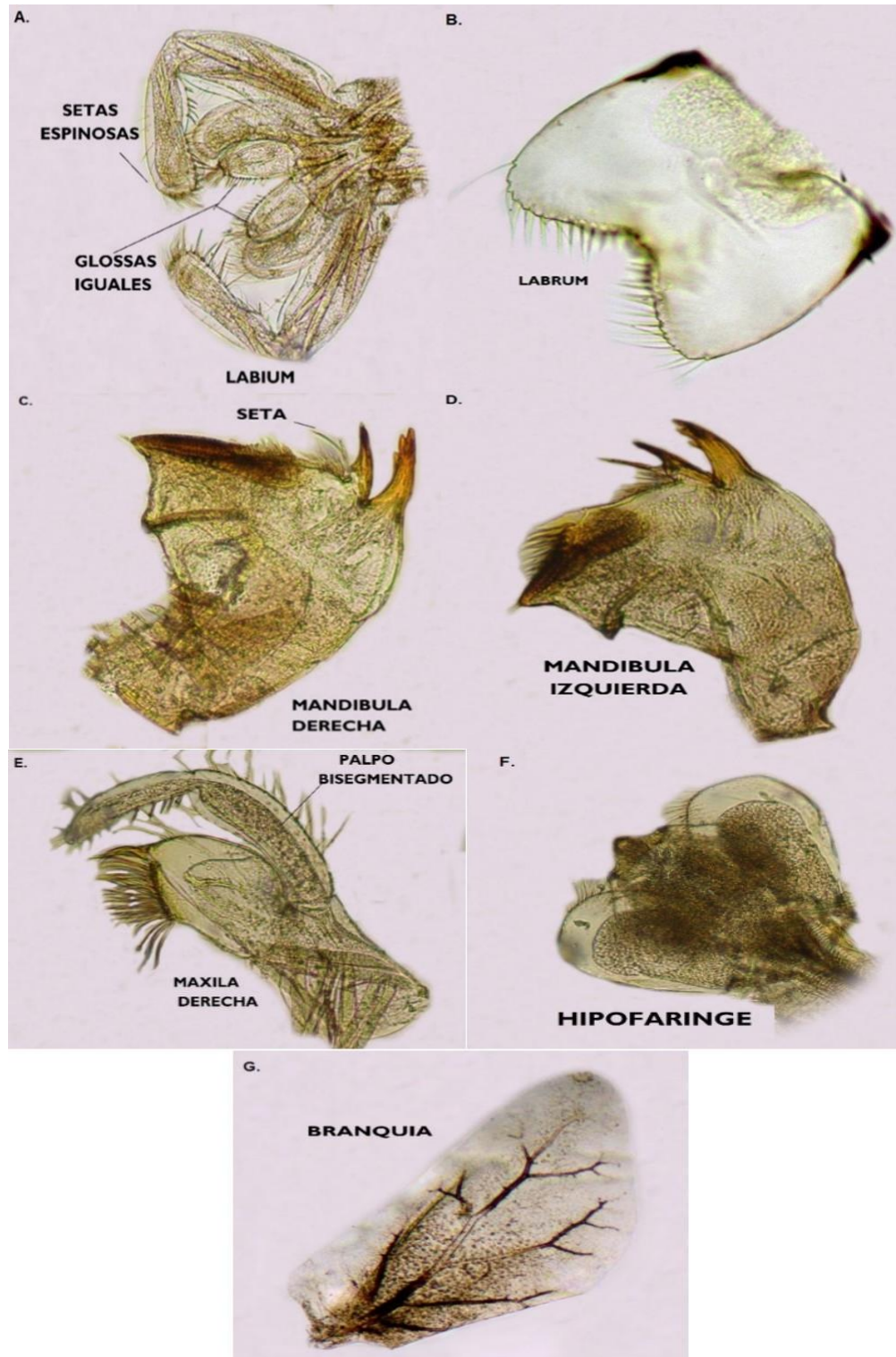
Fuente: La autora.

Género *Callibaetis* (Eaton, 1881).

Cabeza más larga que ancha, labrum más ancho que largo con una hilera de setas aplanadas a lo largo del margen anterior, mandíbulas con incisivos profundamente hendidos, la mandíbula derecha cuenta con una prosteca reducida a una simple seta mientras que la izquierda cuenta con dos dentículos apicalmente, uñas tarsales aguzadas hacia el ápice con dentículos cilíndricos, branquias plegadas en la base en los segmentos abdominales I-VII, labium con glossas iguales, palpos con setas espinosas, fémur largo y estrecho con una hilera dorsal de espinas cortas; maxilas con palpos bisegmentados, con caninos largos y una combinación de setas simples y espinosas (figura 6).



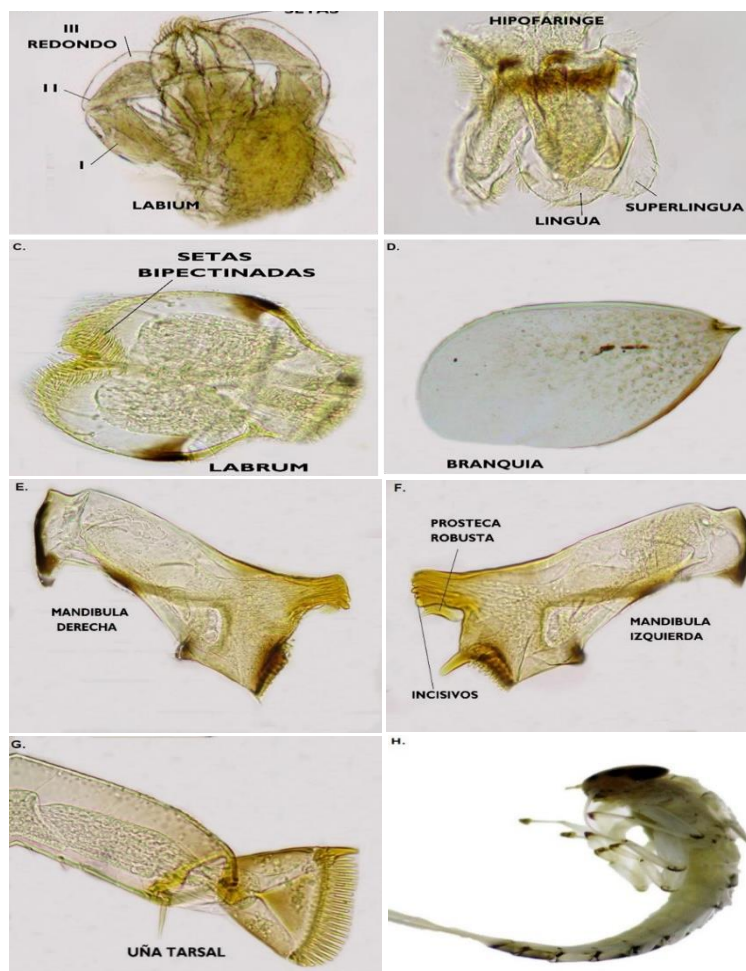
**Figura 6.** Aparato Bucal del género *Callibaetis* (A) Labium B) Labrum C) Mandíbula Derecha D) Mandíbula Izquierda E) Maxila Derecha F) Hipofaringe G) Branquia.



Fuente: La autora.

Género *Camelobaetidius* (Demoulin, 1966). Cabeza más ancha que larga, margen anterior del labrum con dos tipos de setas bipectinadas, mandíbulas con incisivos fusionados apicalmente, prosteca robusta con dentículos apicales, maxilares con palpos bisegmentados, el labium posee una glosa y paraglosa con una hilera de setas espinosas, segmento III del palpo maxilar redondeado, fémur robusto con una hilera de largas espinas tipo seta en el borde dorsal con unas uñas tarsales de forma espatulada con una fila de 5 a 40 dentículos en forma de abanico y presencia de branquias abdominales en los segmentos del I al VII; Hipofaringe con lengua sub-igual en longitud a la superlingua (Figura 7).

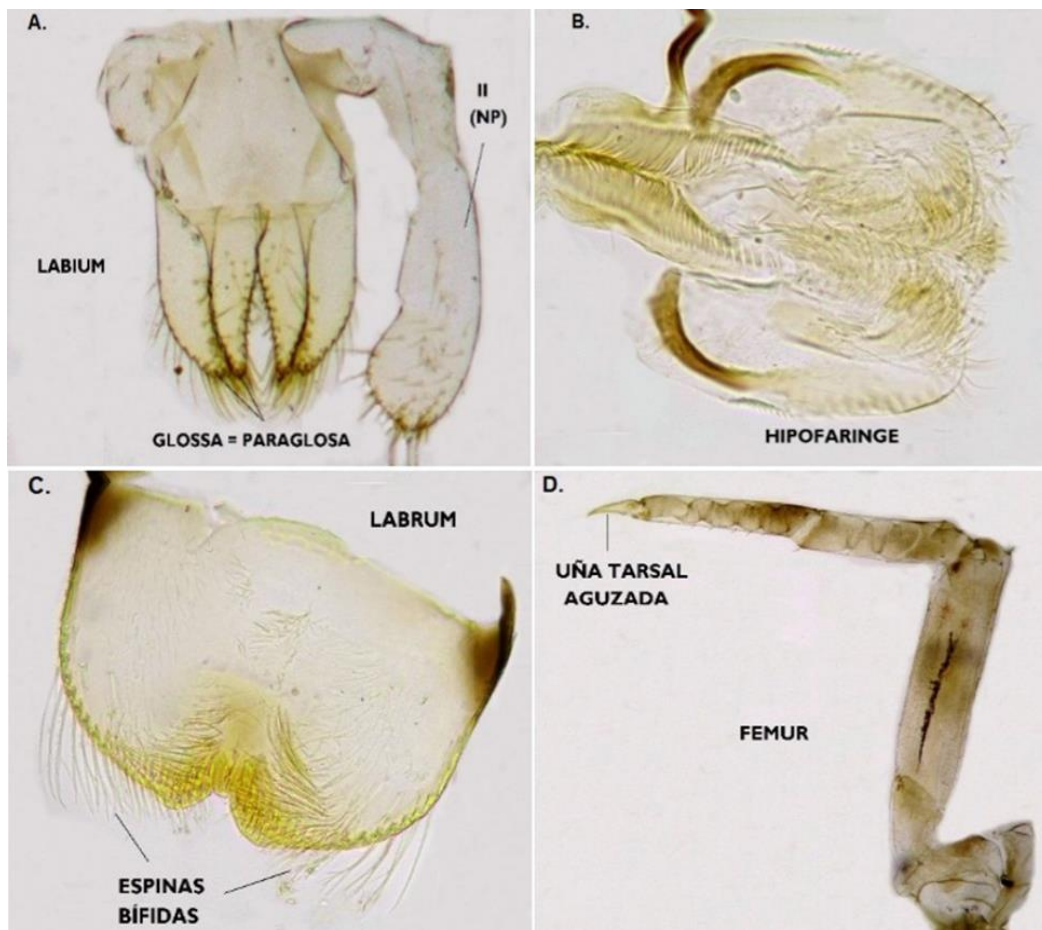
**Figura 7.** Aparato Bucal del género *Camelobaetidius* (A) Labium B) Hipofaringe C) Labrum D) Branquia E) Mandíbula Derecha F) Mandíbula Izquierda G) Uña Tarsal H) Nínfa.

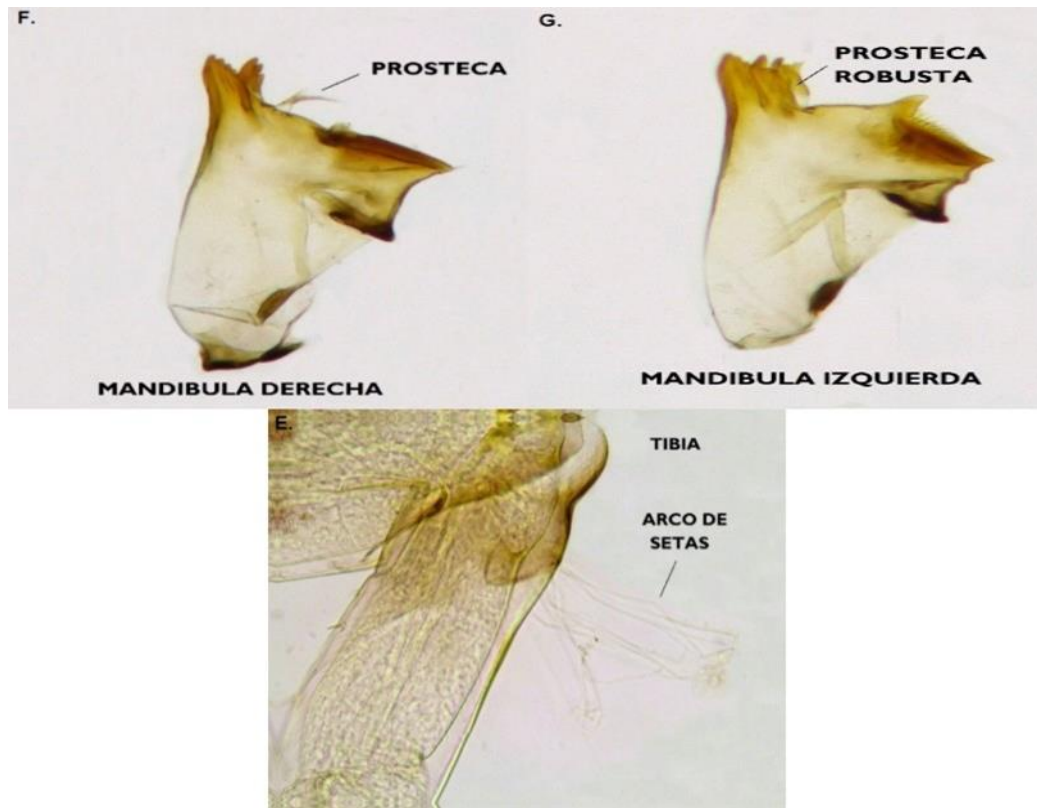


Fuente: La autora.

Género *Cloeodes* (Traver, 1938). Labium con glossa subigual a la paraglossa, segmento dos del palpo labial sin proyección, uñas tarsales aguzadas hacia el ápice, tibias con un arco sub-proximal de setas largas, branquias abdominales con una lámina simple, margen anterior del labrum con dos tipos de setas bífidas, mandíbula con o sin setas presentes entre la prosteca y la mola, mandíbula izquierda con incisivos y prosteca robusta con dentículos apicales, mientras que la mandíbula derecha presenta incisivos fuertemente hendidos con una prosteca esbelta y ramificada, maxilas con palpos bisegmentados (Figura 8).

**Figura 8.** Aparato Bucal del género *Cloeodes* (A) Labium B) Hipofaringe C) Labrum D) Branquia E) Mandíbula Derecha F) Mandíbula Izquierda G) Uña Tarsal.



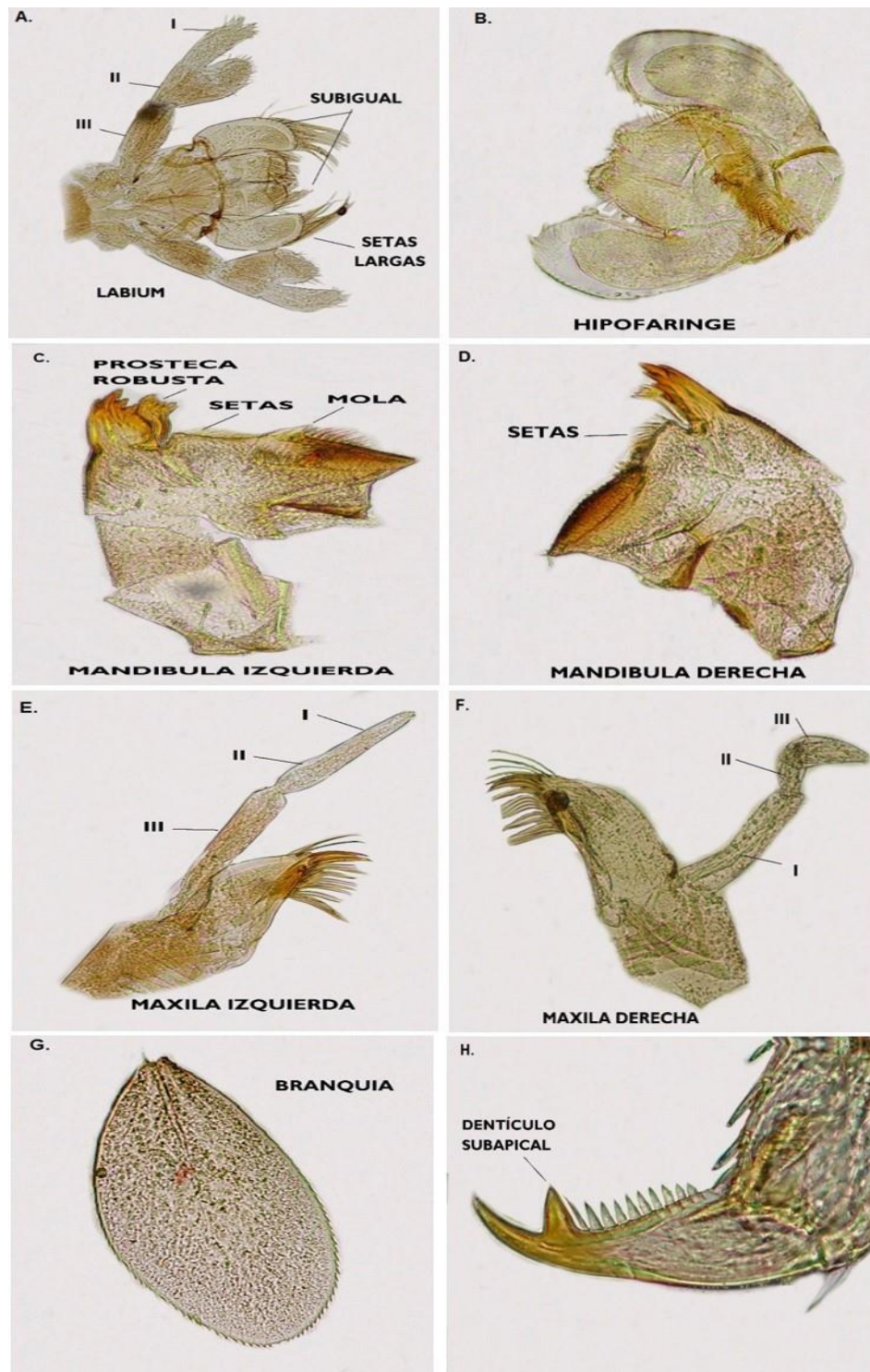


Fuente: La autora.

Género *Guajirolus* (Flowers, 1985). Uñas tarsales aguzadas hacia el ápice con el dentículo sub-apical más grande que los restantes, margen anterior del labrum con una emarginación en forma de U, mandíbulas con incisivos fundidos apicalmente, prostecas robustas con dentículos apicales insertados en una concavidad, setas simples entre la prosteca y la mola, glosa subigual a la paraglossa, segmento I del palpo labial nunca transversal a las glosas y paraglossas, segmento II y III sin hilera de setas largas, glosas dorsalmente con una hilera transversal de setas fuertes, tibias sin un arco de setas, branquias abdominales con una lámina simple presentes en los segmentos abdominales II-VII (Figura 9).



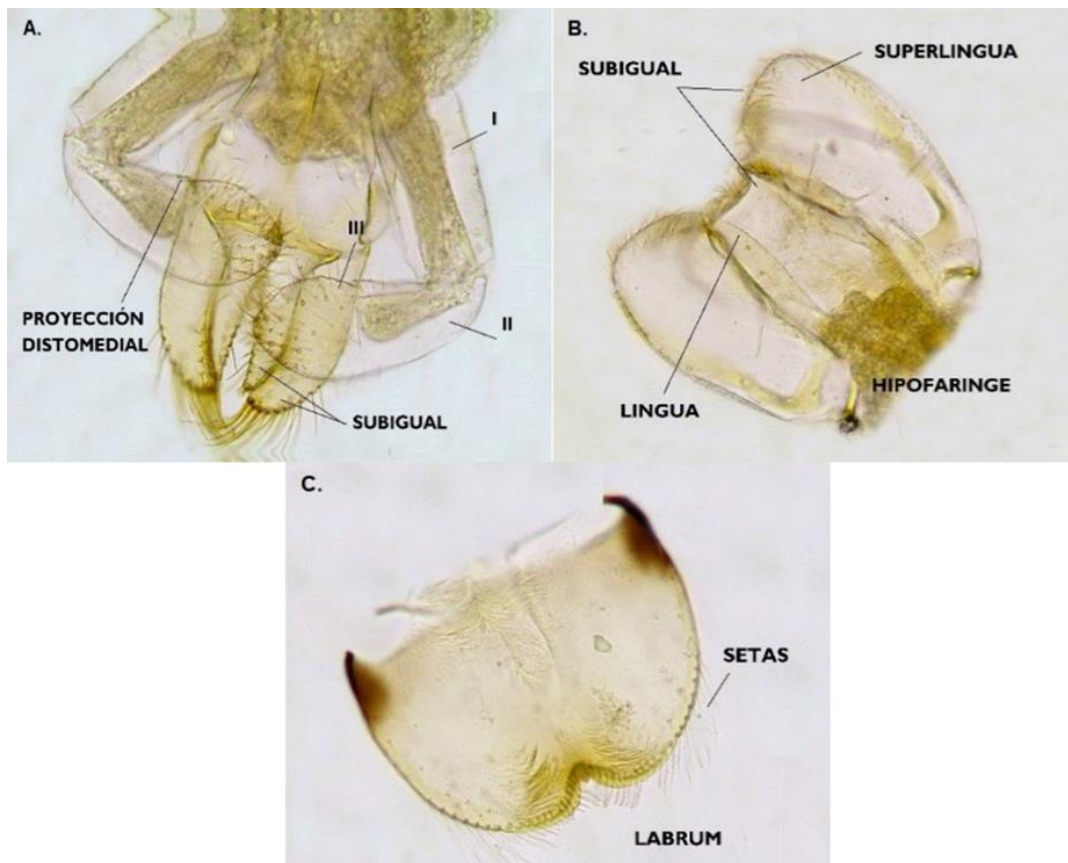
**Figura 9.** Aparato Bucal del género *Guajirolus* (A) Labium B) Hipofaringe C) Mandíbula Izquierda D) Mandíbula Derecha E) Maxila Izquierda F) Maxila Derecha G) Branquia H) Uña Tarsal.



Fuente: La autora.

Género *Nanomis* (Lugo-Ortiz & McCafferty, 1999). Antenas 2,5 veces más largas que la capsula de la cabeza, escapo y pedicelo aplanado dorsoventralmente, labrum con dos clases de setas bipectinadas en el margen anterior: bífidas (margen basal) y ramificadas apicalmente (margen lateral); mandíbula izquierda con incisivos fusionados y prosteca robusta con dentículos apicalmente, mandíbula derecha con incisivos , prosteca esbelta y bífida; maxilares con palpos bisegmentados, labio con glosa subigual a la paraglosa, con pequeña proyección distomedial en el segmento III; borde dorsal del fémur con una fila de espinas largas redondeadas apicalmente, uñas tarsales con una hilera de dentículos.

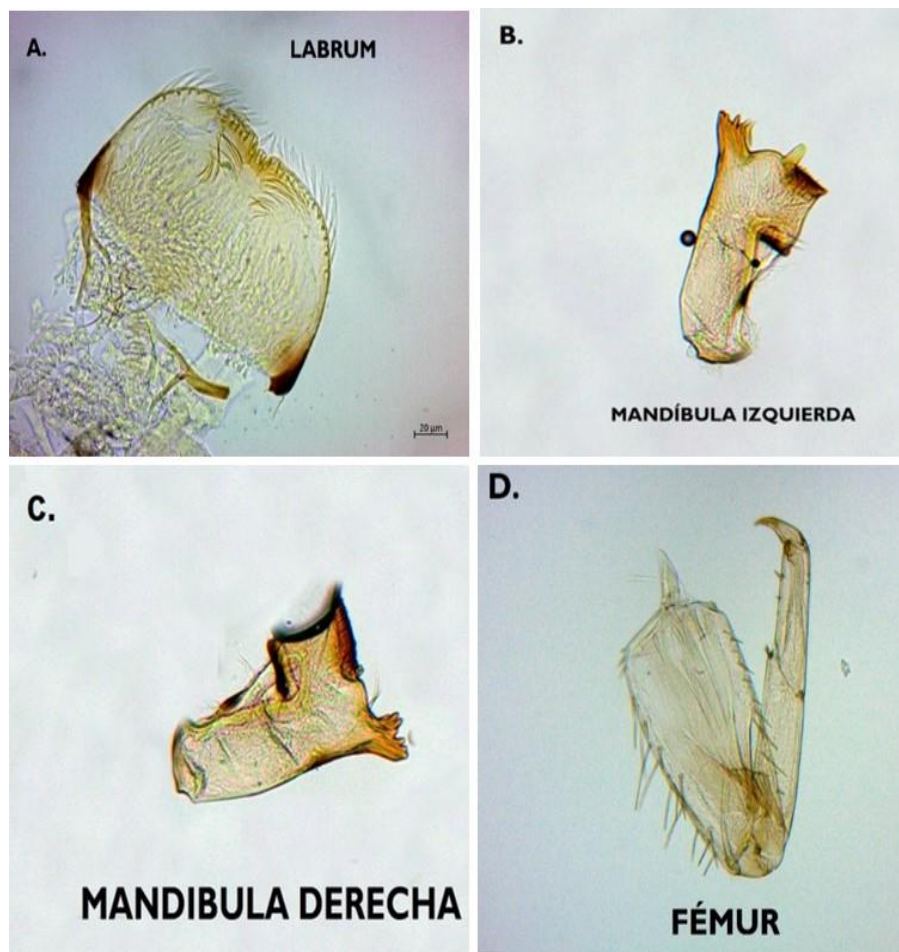
**Figura 10.** Aparato Bucal del género *Nanomis* (A) Labium B) Hipofaringe C) Labrum.



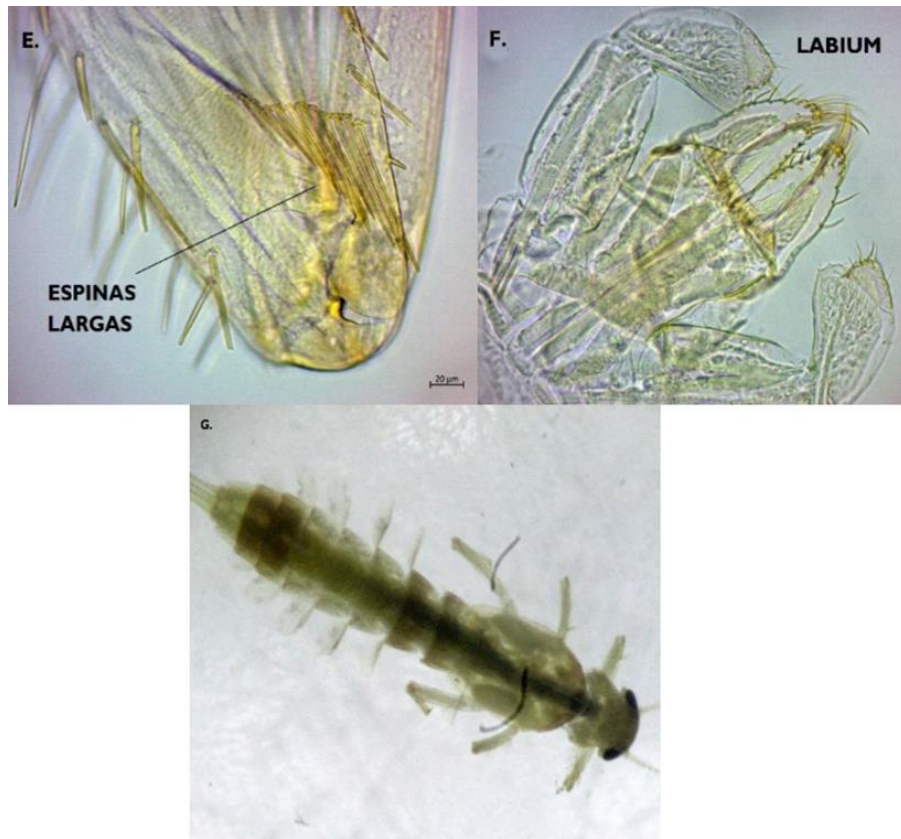
Fuente: La autora.

Género *Varipes* (Lugo. Ortiz & Mccaferty, 1998). Fémures con abundantes setas largas y robustas en los márgenes dorsal y ventral Fémur II y III con una hilera transversa de setas como espinas largas en el tercio proximal; incisivos de la mandíbula izquierda completamente fusionados; segmento III del palpo labial redondeado, mandíbula derecha con prosteca reducida; labrum con presencia de setas bífidas, Uñas tarsales aguzadas hacia el ápice sin setas con presencia de dentículo apical sub-igual a los otros; branquias presentes en los segmentos abdominales como laminas, Mandíbula más bien triangulares, con región molar ancha y no protuyente; caninos maxilares normales y de igual longitud.

**Figura 11.** Aparato Bucal del género *Varipes*. A) Labrum B) Mandíbula Izquierda C) Mandíbula Derecha D) Fémur E) Detalle del Fémur F) Labium G) Ninfa.







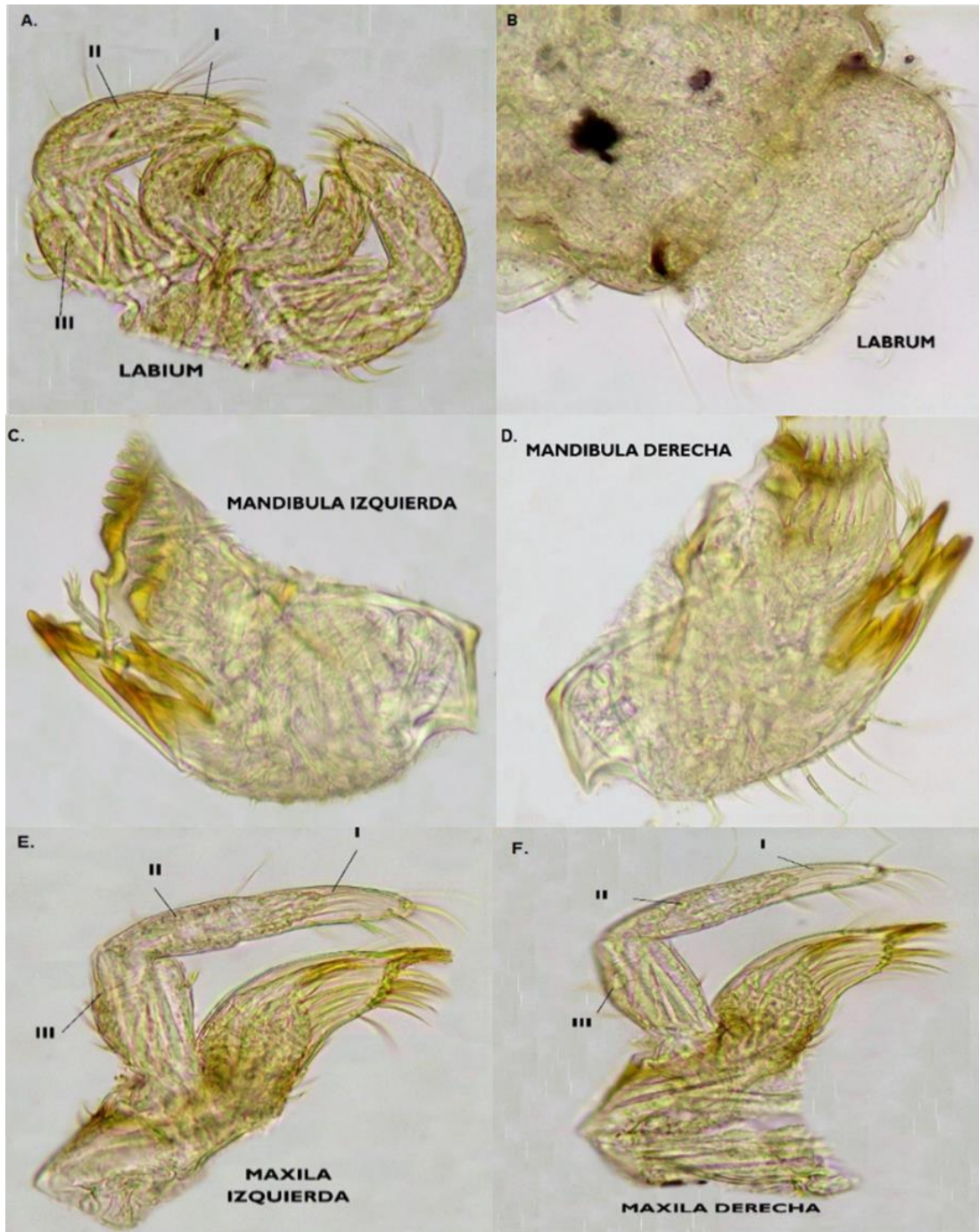
Fuente: La autora.

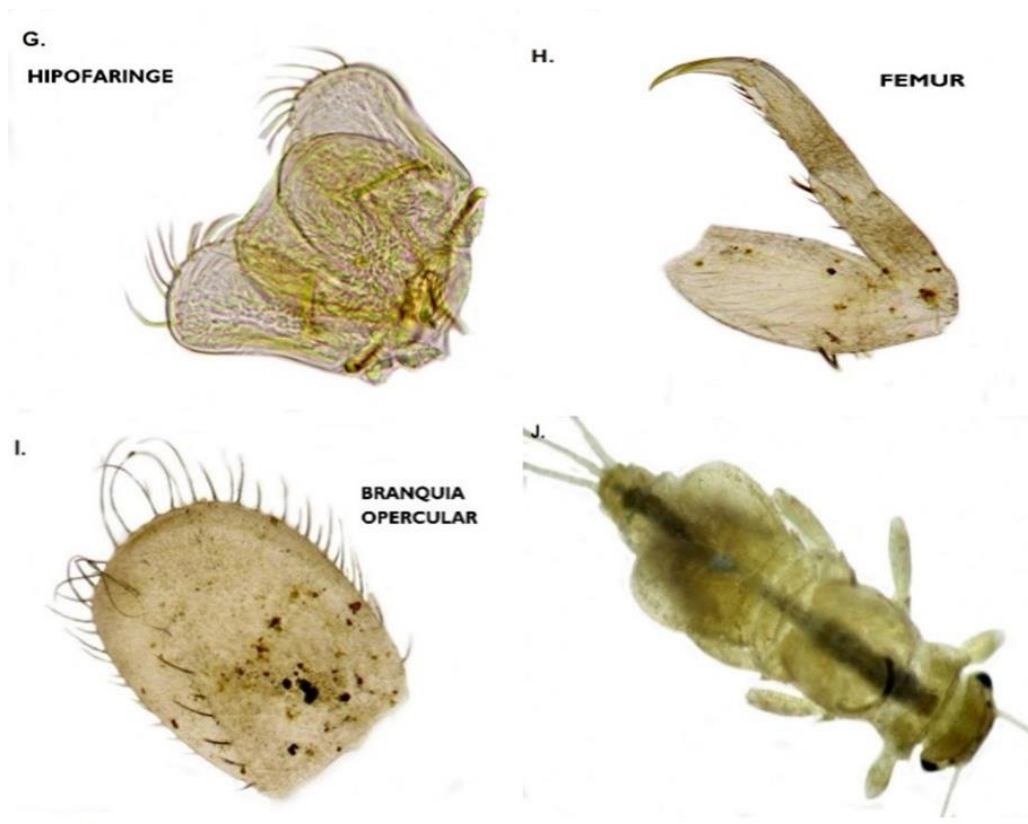
#### 4.1.2 Familia Caenide

Género *Caenis* (Stephens, 1835). Palpos Labiales y maxilares tri-segmentados, tubérculos ocelares ausentes, uñas tarsales cortas, cara dorsal de las branquias del segmento abdominal II no cubierta de espinas, proyecciones posterolaterales en los segmentos abdominales medianos no curvadas, branquia opercular generalmente sin espinas cortas a veces con largas setas (Figura 12).



**Figura 12.** Aparato Bucal del género *Caenis* A) Labium B) Labrum C) Mandíbula Izquierda D) Mandíbula Derecha E) Maxila Izquierda F) Maxila Derecha G) Hipofaringe H) Fémur I) Branquia J) Ninfa.





Fuente: La autora.

Género *Cercobrachys* (Soldán, 1986). Este constituye un nuevo registro para el departamento del Tolima, su cabeza cuenta con la presencia de tres tubérculos ocelares cortos, palpos labiales y maxilares bisegmentados, cámara branquial presente, pedicelo de las antenas, como máximo 1,1 a 1,3 veces más largo que el escapo, fémures delgados y largos con setas tan largas como la tibia, uñas tarsales generalmente sin dentículos, proyecciones posterolaterales sobre el segmento abdominal VI (Figura 13).

**Figura 13.** Aparato Bucal del género *Cercobrachys* A) Proyección Lateral Vista Dorsal B) Detalle de la Cabeza C) Palpos Maxilares.



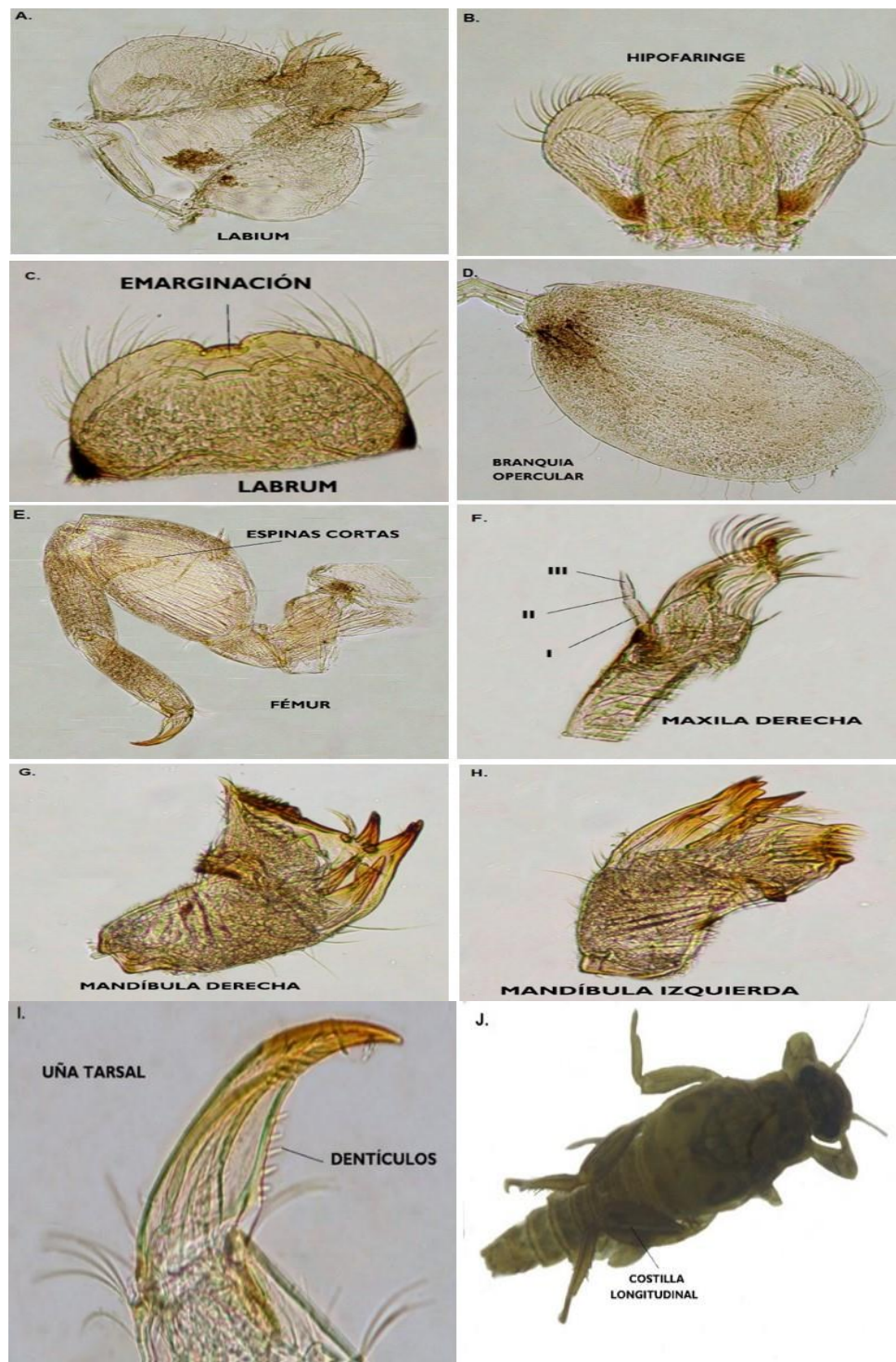
Fuente: La autora.

#### 4.1.3 Familia Leptohyphidae

Género *Leptohyphes* (Soldán, 1986). Cuerpo relativamente grande (>3mm), pterotecas posteriores presentes o ausentes, Fémures medios y posteriores relativamente anchos, dorso con una costilla longitudinal y una hilera transversal de espinas cortas en la base pero nunca con setas largas, branquia opercular sub-oval sin línea transversa separadas en el dorso nunca tocándose en la línea media, con pequeña “espina basal”, láminas ventrales paralelas a la lámina opercular; filamentos caudales con una línea transversal muy esclerosada en la base (hembras) o en la zona media (machos); Palpo maxilar relativamente grande tri-segmentado, uñas tarsales con numerosos dentículos (Figura 14).



**Figura 14.** Aparato Bucal del género *Leptohyphes* A) Labium B) Hipofaringe C) Labrum D) Branquia E) Fémur F) Maxila derecha G) Mandíbula derecha H) Mandíbula izquierda I) Uña Tarsal J) Ninfa

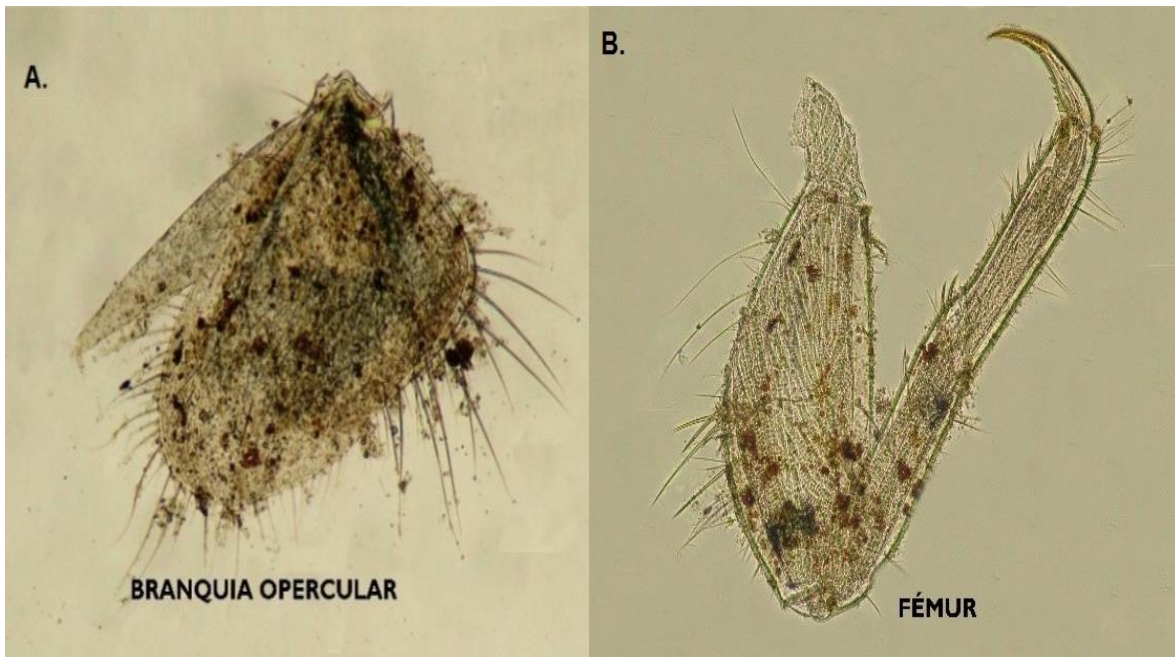


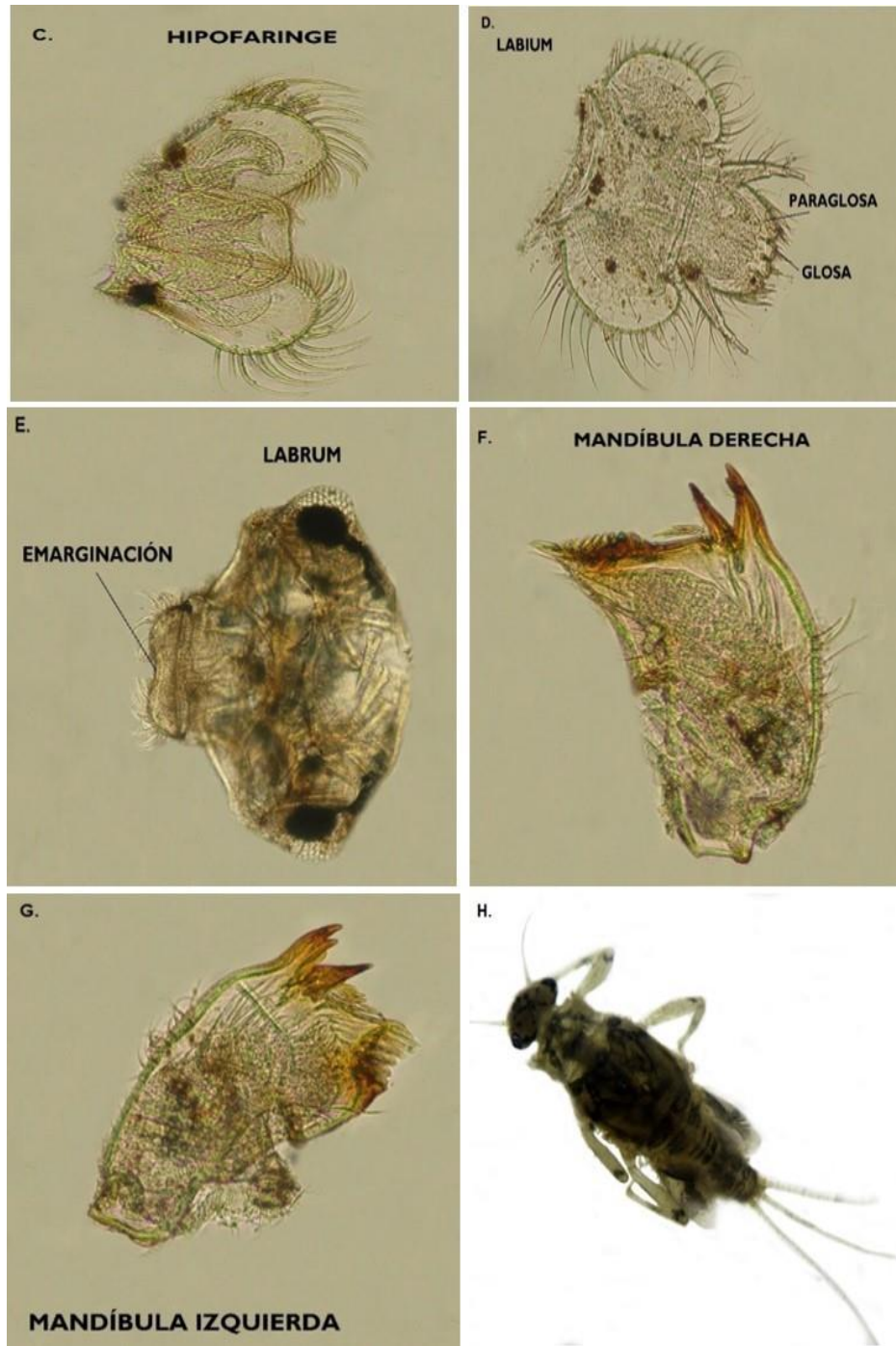
Fuente: La autora.

Género *Tricorythodes* ( Ulmer, 1919)

Cuerpo robusto y relativamente grande (>3mm), base del abdomen claramente más ancha que el ápice, Labio con glossas y paraglossas nunca completamente fusionadas, fémures con muchas o pocas espinas largas y delgadas en el dorso, fémures anteriores con largas setas y sin cortas espinas en el margen anterior, pterotecas posteriores presentes o ausentes, branquia opercular triangular, su triangular u oval, o subcuadrada sin línea transversa. Labrum con una emarginación antero mediana profunda a ancha (Figura 15).

**Figura 15.** Aparato Bucal del género *Tricorythodes* A) Branquia B) Fémur C) Hipofaringe D) Labium E) Labrum F) Mandíbula derecha G) Mandíbula izquierda H) Ninfa.



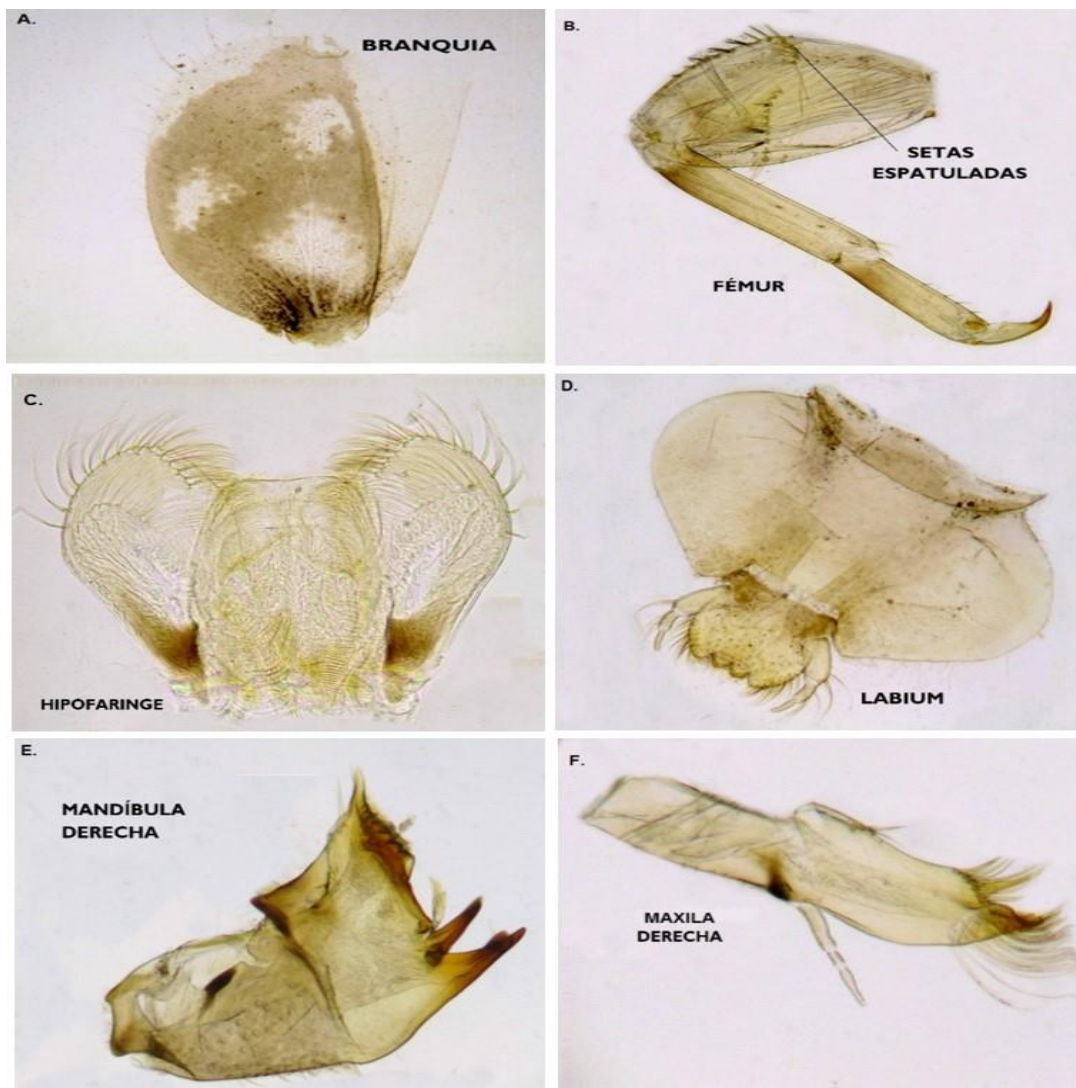


Fuente: La autora.



Género *Vacupernius* (Wiersema & Mccafferty, 2000). Cuerpo relativamente más grande, (ninfa madura > 3mm) Fémur delantero con hilera transversal de setas espatuladas en la mitad del fémur, fémur medio y posterior sin fila basal de espinas transversales en el dorso, branquia opercular ovals y sub ovals con dos cordones dorsales ligeramente marcados, sin espina basal, palpos maxilares pequeños (Figura 16).

**Figura 16.** Aparato Bucal del género *Vacupernius* A) Branquia B) Fémur C) Hipofaringe D) Labium E) Mandíbula derecha F) Maxila derecha G) Maxila izquierda H) Ninfa.



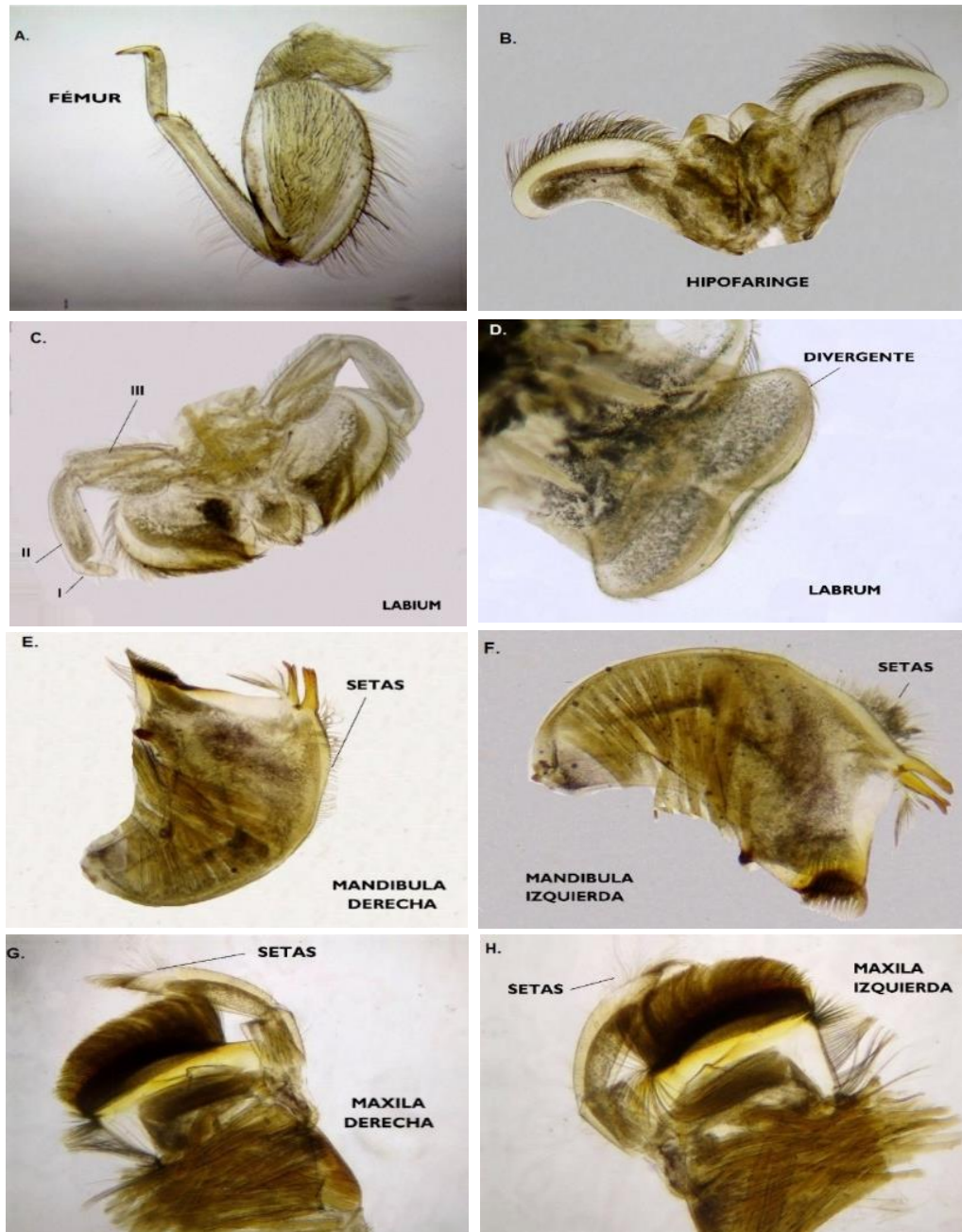


Fuente: Autora

**4.1.4** Familia Leptophlebiidae. Género *Thraulodes* (Ulmer, 1920). Cuerpo más bien aplanado, cabeza prognata, ancho del labro menor que el ancho de la cabeza, pterotecas posteriores presentes, márgenes laterales, del labro divergente que forma un ángulo con el margen posterior, proyecciones posterolaterales en los segmentos abdominales II III IX, márgenes del clípeo divergentes apicalmente, branquias en los segmentos abdominales I- VII compuestas de dos laminas angostas- anchas, filamentos caudales con espinas y setas; mandíbulas curvadas angularmente, con las setas en la mitad distal, Branquias en los segmentos abdominales II–VI compuestas de dos láminas angosta a anchas, setas sobre los palpos maxilares y labiales no ordenados en hileras; Lingua de la hipofaringe con proyecciones laterales (Figura 17).



**Figura 17.** Aparato Bucal del género *Thraulodes* A) Fémur B) Hipofaringe C) Labium D) Labrum E) Mandíbula Derecha F) Mandíbula izquierda G) Maxila derecha H) Maxila izquierda I) Ninfa.

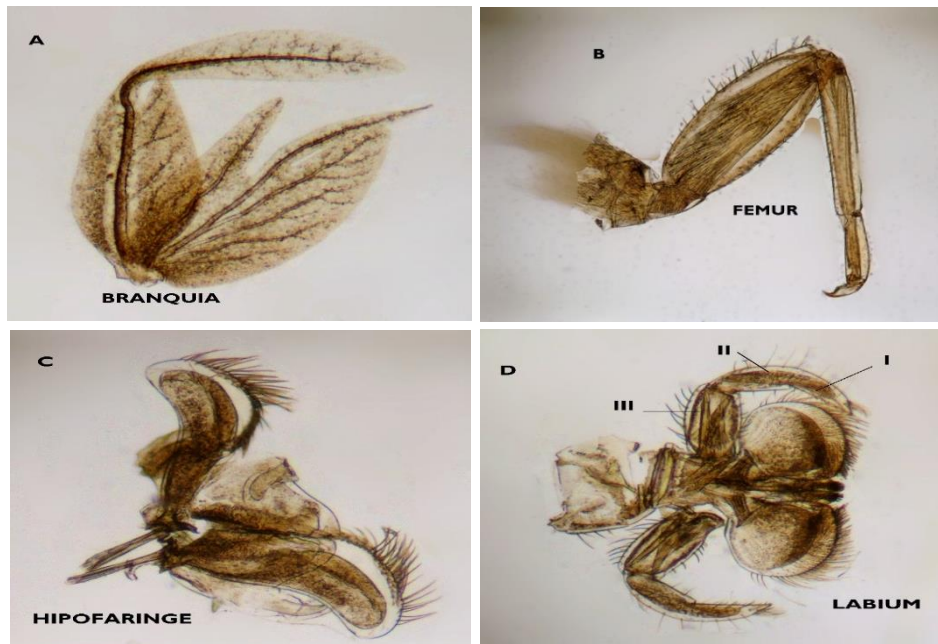


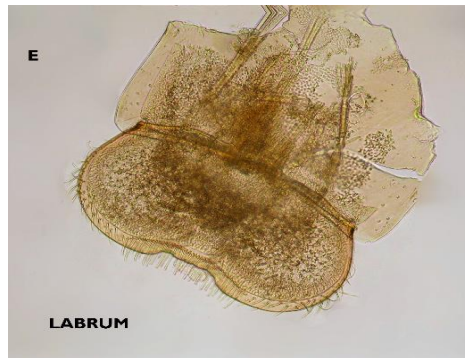


Fuente: La autora.

Género *Choroterpes* (Eaton, 1881). Cuerpo aplanado cabeza prognata, Branquia presentes en los segmentos del I al VII, compuestas de dos laminas, en el segmento abdominal I reducido a un único filamento, branquias en los segmentos abdominales II-VII con tres proyecciones, filamento mediano de la porción dorsal largo y expandido, ancho del labro menor que el ancho de la cabeza, filamentos caudales con espinas o setas; setas sobre los palpos maxilares y labiales no ordenados en hileras (Figura 18).

**Figura 18.** Aparato Bucal del género *Choroterpes* A) Branquia B) Fémur C) Hipofaringe D) Labium E) Labrum F) Mandíbula izquierda G) Mandíbula derecha H) Maxila Izquierda I) Maxila derecha J) Uña Tarsal K) Ninfa.



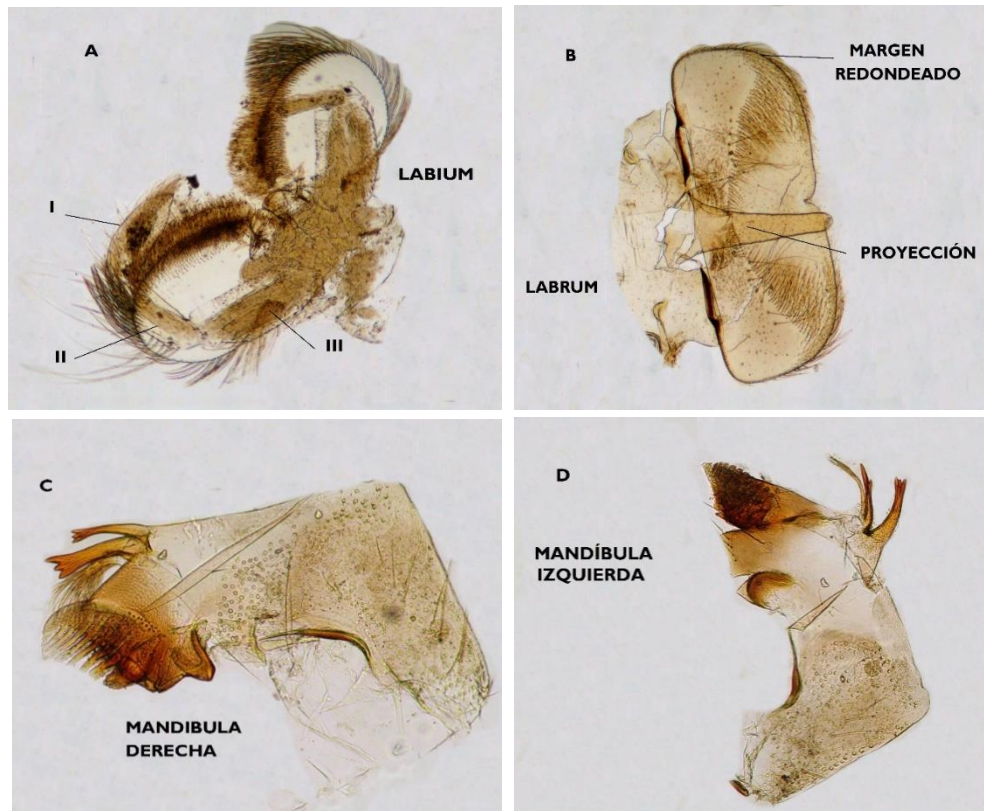


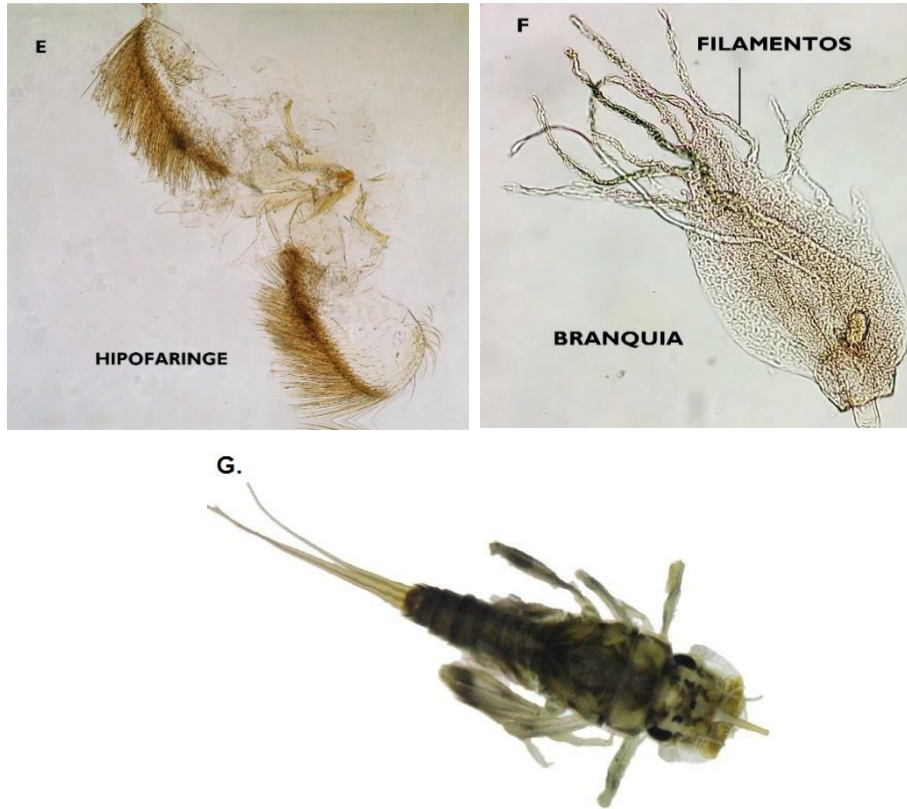
Fuente: La Autora



Género *Traverella* (Edmunds, 1948). Labrum tan ancho como la cabeza, con márgenes redondeados y setas largas, clípeo con una proyección mediana variable, maxilares con o sin presencia de colmillos anteromedianos, setas en el segmento III del palpo dispuestas en forma de fila, segmento I del palpo en forma de copa y unido lateralmente al maxilar, márgenes externos de las mandíbulas angulares, branquias en los segmentos abdominales I- VI o I-VII, presencia de espinas posterolaterales en los segmentos abdominales VIII- IX, uñas tarsales con dentículos subiguales (Figura 19).

**Figura 19.** Aparato Bucal del género *Traverella* A) Labium B) Labrum C) Mandíbula derecha D) Mandíbula izquierda E) Hipofaringe F) Branquia G) Ninfa.



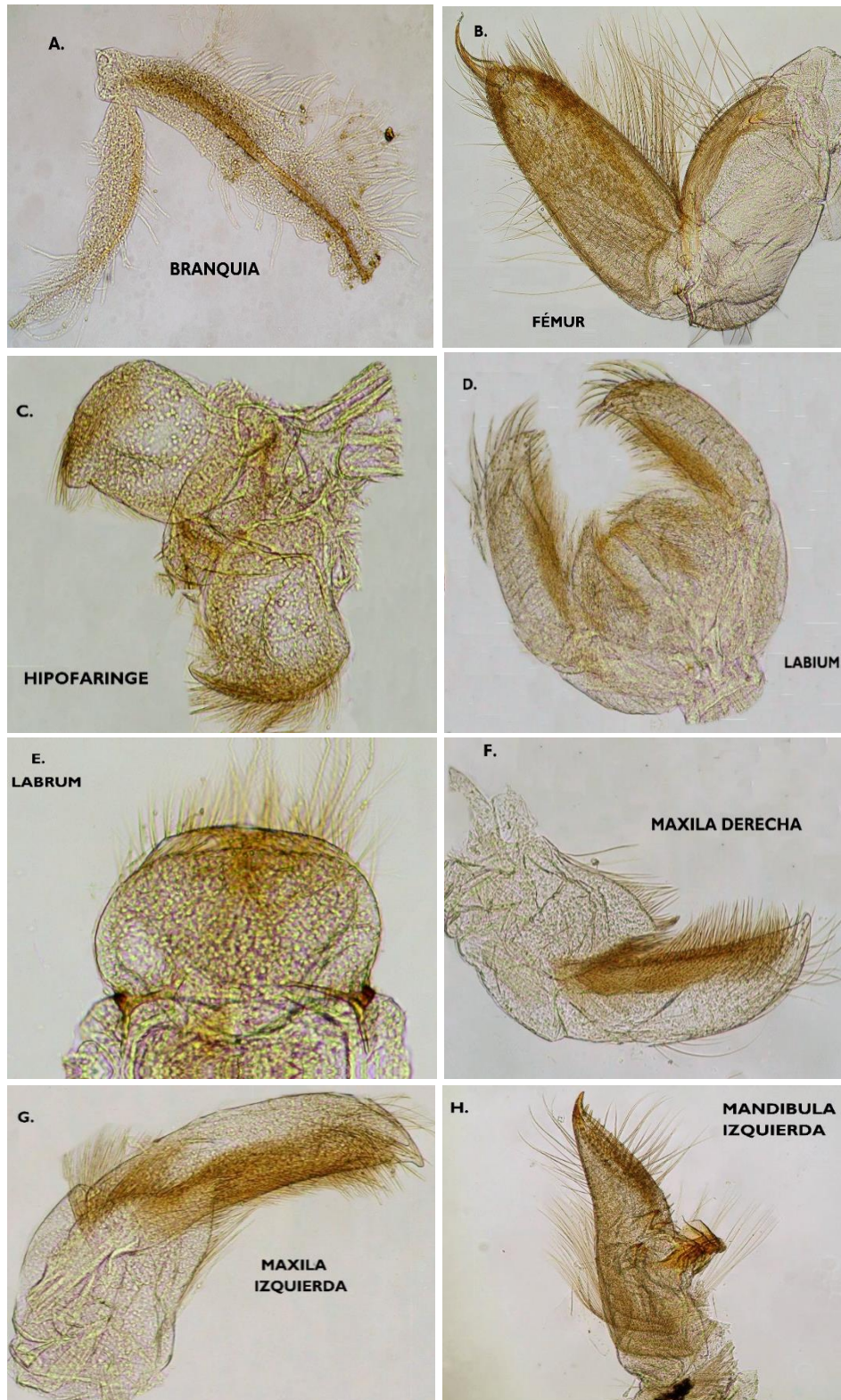


Fuente: La Autora

#### 4.1.5 Familia Polimitarcydae

Género *Campsurus* (Eaton, 1871). Colmillos mandibulares relativamente alargados y delgados, Colmillos mandibulares con un prominente tubérculo basal o sub-basal en el margen mediano (a veces puede estar ausente), y de algunas a muchas crenaciones apicales, numerosas setas en el margen lateral de las mandíbulas, branquia abdominal I bifurcada (Figura 20).

**Figura 20.** Aparato Bucal del género *Campsurus* A) Labium B) Labrum C) Mandíbula Derecha D) Mandíbula Izquierda E) Hipofaringe F) Branquia G) Ninfa.







Fuente: La Autora

## 4.2 COMPOSICIÓN GENERAL

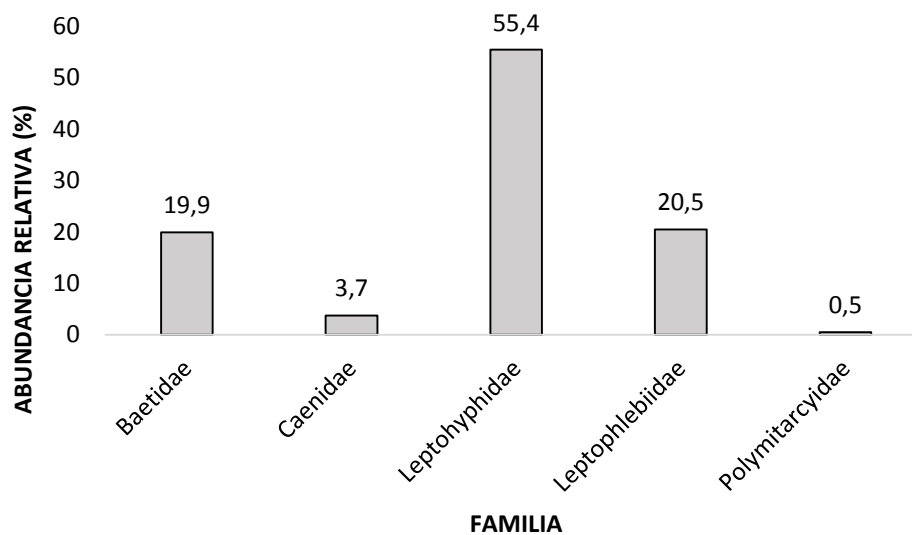
**4.2.1 Abundancia Relativa.** Se colectó durante el periodo de estudio un total de 3177 organismos correspondientes a cinco familias siendo Leptohyphidae la que presentó la mayor abundancia relativa (55,39%), seguida por Leptophlebiidae (20,45%) y Baetidae (19,89%), por el contrario Caenidae (3,74%) y Polymitarcyidae (0,50%) presentaron las menores abundancias relativas (Figura 21). Se registraron 17 géneros de los cuales los más abundantes fueron *Tricorythodes* (44,98%), y *Thraulodes* (19,96%) seguido por *Camelobaetidius* (9,88%), *Vacupernius* (5,29%) y *Leptohyphes* (5,13%). En contraste los géneros menos abundantes fueron *Cercobrachys*, *Varipes*, *Choroterpes*, *Nanomis* con abundancias relativas de (0,03%) y (0,09%) (Tabla 5)(Figura 22). Es de resaltar que *Cercobrachys*, se constituye en el primer registro para el Tolima.

**Tabla 5.** Abundancia Relativa de los Taxones del orden Ephemeroptera registrados en la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ABUNDANCIA	
			TOTAL	RELATIVA
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Americabaetis</i>	140	4,41
		<i>Baetodes</i>	43	1,35
		<i>Callibaetis</i>	16	0,50
		<i>Camelobaetidius</i>	314	9,88
		<i>Cloeodes</i>	64	2,01
		<i>Guajirolus</i>	51	1,61

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ABUNDANCIA	
			TOTAL	RELATIVA
		<i>Nanomis</i>	3	0,09
		<i>Varipes</i>	1	0,03
	<b>Caenidae</b>	<i>Caenis</i>	118	3,71
		<i>Cercobrachys</i>	1	0,03
	<b>Leptohyphidae</b>	<i>Leptohyphes</i>	163	5,13
		<i>Tricorythodes</i>	1429	44,98
		<i>Vacupernius</i>	168	5,29
	<b>Leptophlebiidae</b>	<i>Choroterpes</i>	3	0,09
		<i>Thraulodes</i>	634	19,96
		<i>Traverella</i>	13	0,41
	<b>Polymitarcyidae</b>	<i>Campsurus</i>	16	0,50
		<b>Total general</b>	<b>3177</b>	<b>100</b>

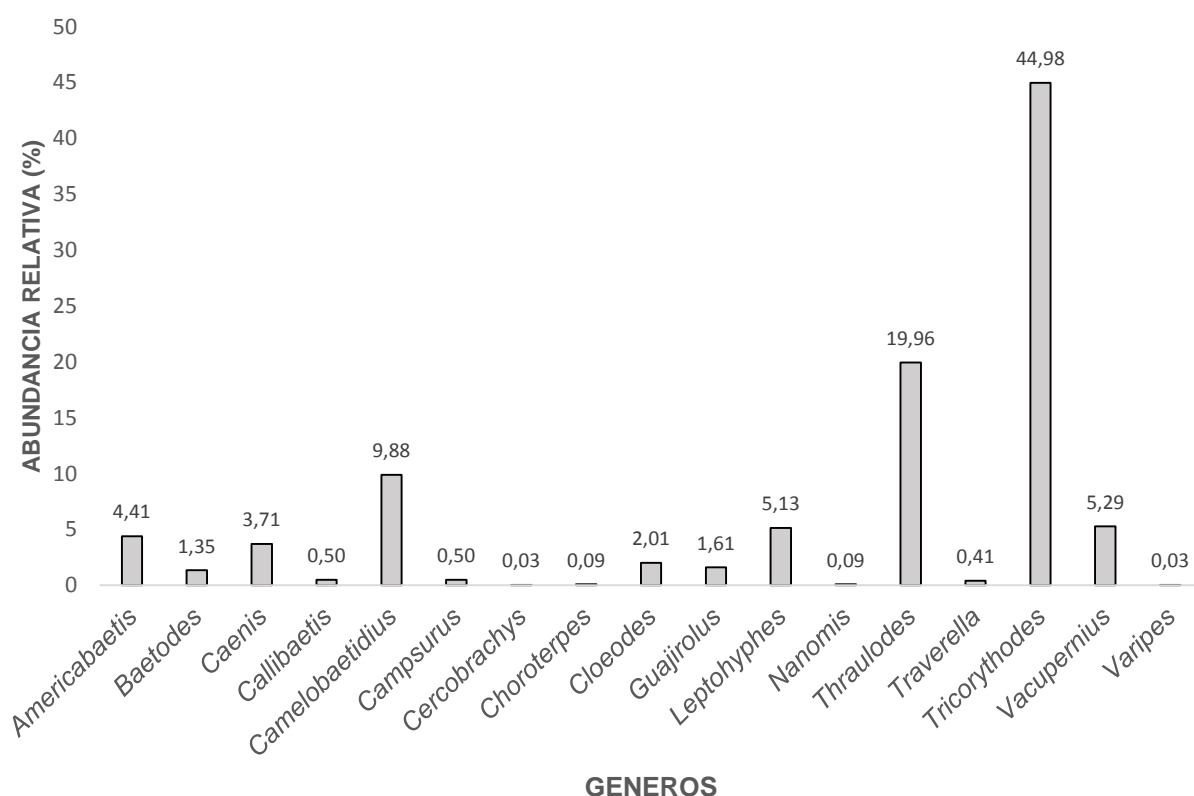
**Figura 21.** Abundancia relativa de las Familias del Orden Ephemeroptera en la Quebrada Yavi Natagaima-Tolima.



Fuente: La Autora



**Figura 22.** Abundancia relativa de los géneros del Orden Ephemeroptera en la Quebrada Yavi Natagaima-Tolima.

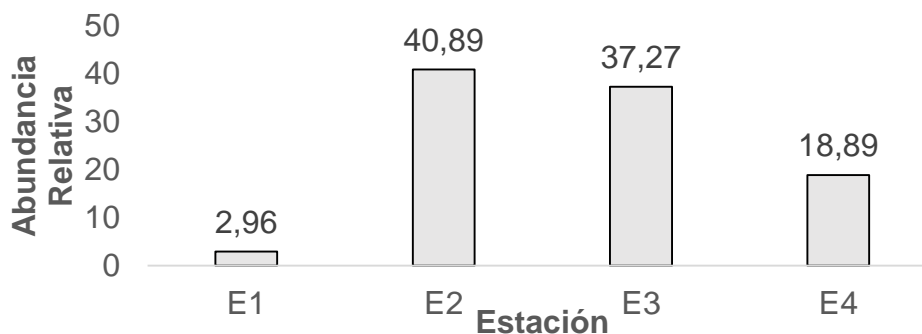


Fuente: La Autora

### 4.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

Organismos del orden Ephemeroptera fueron registrados en todas las estaciones de muestreo evaluadas (Figura 23). A nivel espacial la estación que presentó mayor abundancia relativa de organismos durante todo el periodo de estudio fue la E2 (40,88%), seguida de la E3 (37,26%) y la E4 (18,88%), por último la E1 registró la menor abundancia relativa (2,95%).

**Figura 23.** Abundancia relativa de los Efemerópteros registrados en las cuatro estaciones de la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima.

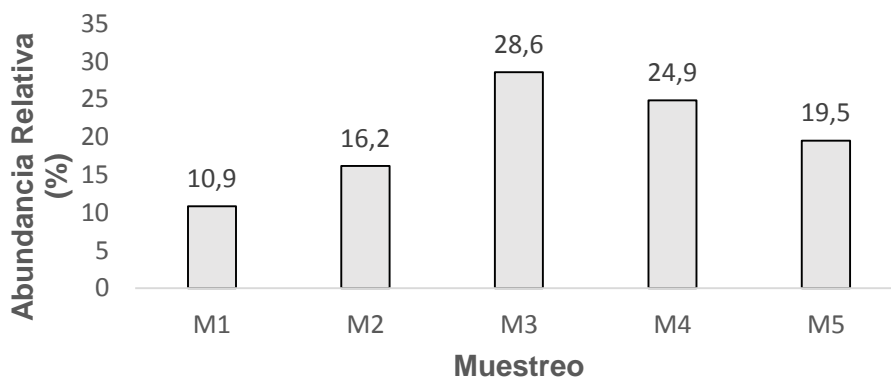


Fuente: La Autora

A nivel temporal se registró el mayor número de individuos durante el M3 (28.6%), seguido por el M4 (24,9%), el M5 (19,5%) y el M2 (16,2%). En contraste el M1 presentó la abundancia más baja (10,9%).

A nivel más detallado durante el Muestreo M1, M4 y M5 la estación que presentó la mayor abundancia fue la E2, situación contraria a la E3 quien presentó su mayor abundancia relativa durante el M2 y M3, la E4 presentó sus mayores abundancias durante el M3 y M4; por último la E1 presentó la mayor abundancia relativa durante el M2 y bajas abundancias en los demás muestreos (Figura 24).

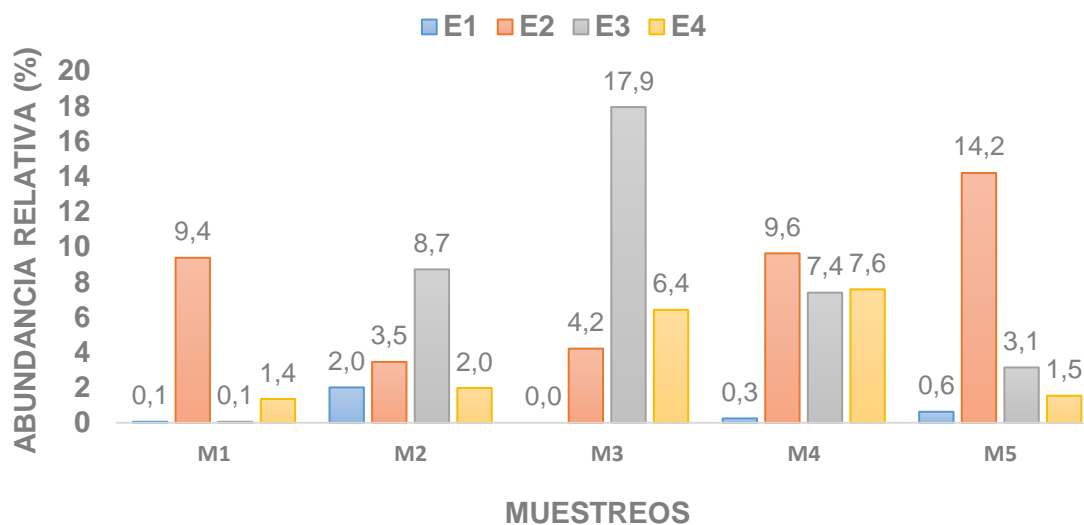
**Figura 24.** Abundancia relativa de los Efemerópteros registrados en los cinco muestreos de la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima.



Fuente: La Autora

La familia Leptohyphidae fue más abundante en la E2 (34,40%) y E4 (8,87%), mientras que la familia Baetidae fue la más abundante en la E1 (1,95%) y Leptophlebiidae (13,41%) en la E3 mientras que la familia Polymitarcyidae presentó las menores abundancias en todas las estaciones. A nivel espacial *Tricorythodes* (44,97%) y *Thraulodes* (19,95%) presentaron las mayores abundancias en todas las estaciones a lo largo del muestreo en comparación con el género *Cercobrachys* (0,03%) y *Varipes* (0,03%) que presentaron las menores abundancias. La estación E1 presentó la mayor abundancia relativa de individuos del género *Baetodes* (1,19%), mientras que *Cercobrachys*, *Caenis* y *Campsurus* presentaron las menores abundancias (0,03%) en esta estación. Los géneros *Thraulodes* y *Tricorythodes* presentaron mayor abundancia relativa en las estaciones E2, E3 y E4; por el contrario *Varipes* (0,031%) *Baetodes* y *Guajirulus* (0,062%) presentaron las menores abundancias relativas en la E2, así mismo para la E3 *Baetodes* (0,031%) y *Nanomis* (0,094%) fueron los menos abundantes, Los géneros *Callibaetis* y *Guajirulus* presentaron menor abundancia (0,031%) en la E4 (Tabla 6).

**Figura 25.** Abundancia relativa de los Ephemeropteros registrados espacial y temporal de la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima.



Fuente: La Autora

**Tabla 6.** Abundancia Relativa y Distribución espacial de los Taxones del orden Ephemeroptera registrados para la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima

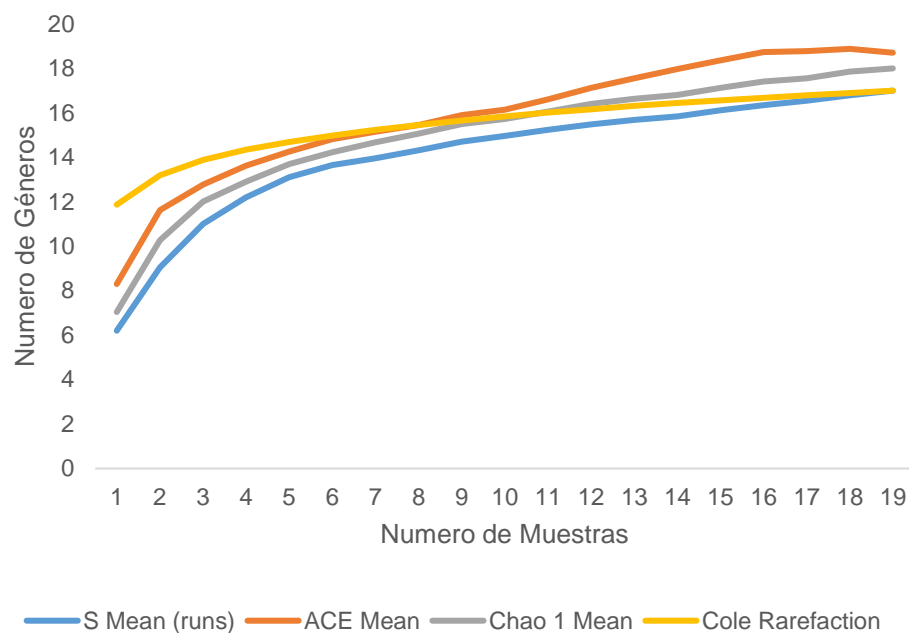
Familia	Género	E1	E2	E3	E4	TOTAL
<i>Baetidae</i>	<i>Americabaetis</i>	0,13	0,94	2,86	0,47	4,41
	<i>Baetodes</i>	1,20	0,06	0,03	0,06	1,35
	<i>Callibaetis</i>	**	0,22	0,25	0,03	0,50
	<i>Camelobaetidius</i>	0,13	0,76	6,92	2,08	9,88
	<i>Cloeodes</i>	**	0,13	0,16	1,73	2,01
	<i>Guajirolus</i>	0,50	0,06	1,01	0,03	1,61
	<i>Nanomis</i>	**	**	0,09	**	0,09
	<i>Varipes</i>	**	0,03	**	**	0,03
	<b>TOTAL</b>	1,95	2,20	11,33	4,41	19,89
<i>Caenidae</i>	<i>Caenis</i>	0,03	2,33	0,47	0,88	3,71
	<i>Cercobrachys</i>	0,03	**	**	**	0,03
	<b>TOTAL</b>	0,06	2,33	0,47	0,88	3,75
<i>Leptohyphidae</i>	<i>Leptohyphes</i>	**	0,57	4,00	0,57	5,13
	<i>Tricorythodes</i>	0,22	32,96	5,79	6,01	44,98
	<i>Vacupernius</i>	**	0,88	2,11	2,30	5,29
	<b>TOTAL</b>	0,22	34,40	11,90	8,88	55,40
<i>Leptophlebiidae</i>	<i>Choroterpes</i>	**	**	**	0,09	0,09
	<i>Thraulodes</i>	0,28	1,73	13,41	4,53	19,96
	<i>Traverella</i>	0,41	**	**	**	0,41
	<b>TOTAL</b>	0,69	1,73	13,41	4,63	20,46
<i>Polymitarcyidae</i>	<i>Campsurus</i>	0,03	0,22	0,16	0,09	0,50
	<b>TOTAL</b>	0,03	0,22	0,16	0,09	0,50
<b>TOTAL</b>		2,96	40,89	37,27	18,89	100,00

Fuente: La Autora

#### 4.4 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

La curva de acumulación de especies (Figura 26) realizada bajo los estimadores que usan abundancias, demuestra un buen muestreo, pues se colectaron 17 géneros durante los muestreos de los (17-18) géneros esperados según los estimadores a medida que las muestras se acumulan: S mean runs (17), Ace Mean (18,7), Chao 1(18) y Cole rarefaction (17).

**Figura 26.** Curva de Acumulación de especies general para estimar la representatividad de los muestreos realizados en la Quebrada Yavi. Natagaima- Tolima



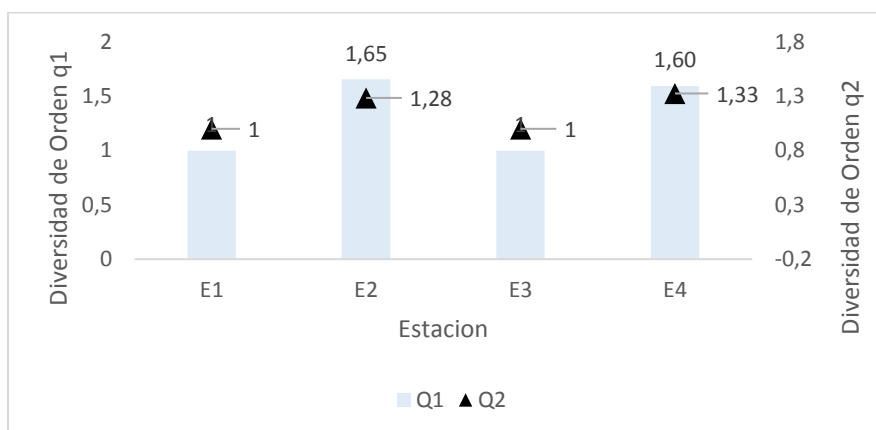
Fuente: El Autor

## 4.5 INDICES ECOLÓGICOS

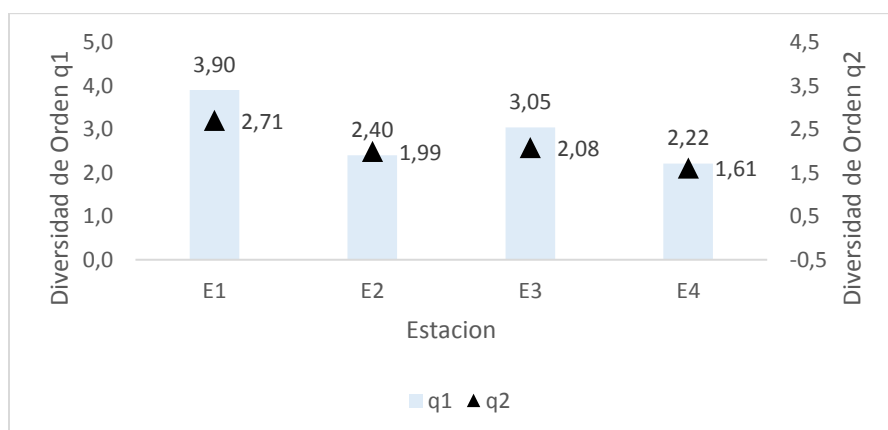
**4.5.1** Números de Diversidad de Hill. El valor más alto en número efectivo de especies para las estaciones correspondientes al M1 según la serie de Números de Hill ( $q_1$ ) se presentó en la E2 (1,65), mientras que los valores más bajos se presentaron en la E1 y E3 (1) (Figura 27a); así mismo en el M2, el valor más alto se presentó en la E1 (3,90), por el contrario la E4 presentó el valor más bajo (2,22) (Figura 27b), en el M3, se observó que el valor más alto se presentó en E2 (5,53) en comparación con la E3 (4,42) que presentó el valor más bajo (Figura 27c), durante M4 y el valor más alto se observó en la E4 (3,40), por el contrario el más bajo se presentó en la E2 (1,38) (Figura 27d), finalmente el M5 arrojó el valor más alto para la medida de diversidad de orden ( $q_1$ ), en la E3 (4,87) mientras que la E2 (1,36) mostró el valor más bajo (Figura 27e). Así mismo, el valor más alto en número efectivo de especies para las estaciones correspondientes al M1 la medida de diversidad de Orden ( $q_2$ ) se presentó en la E4 (1,33), mientras que las más bajas se presentaron en E1 y E3 con (1). Para el M2 , el valor más alto se presentó en la E1 (2,71), por el contrario la E4 presentó el valor más bajo (1,61), en el M3 el valor más alto se registró en la E2 (4,35), mientras el más bajo se presentó en la E3 (3,65), durante el M4 el valor más alto se presentó en la E4 (3,40), y el más bajo en la E2 (1,38), por último durante el M5 el valor más alto se reflejó en la E3 (4,87), mientras que el más bajo en la E2 (1,15).

**Figura 27.** Diversidad Alfa en series de números de Hill para los 5 muestreos de la Quebrada Yavi en Natagaima- Tolima: a) M1 b) M2 c) M3 d) M4 e) M5

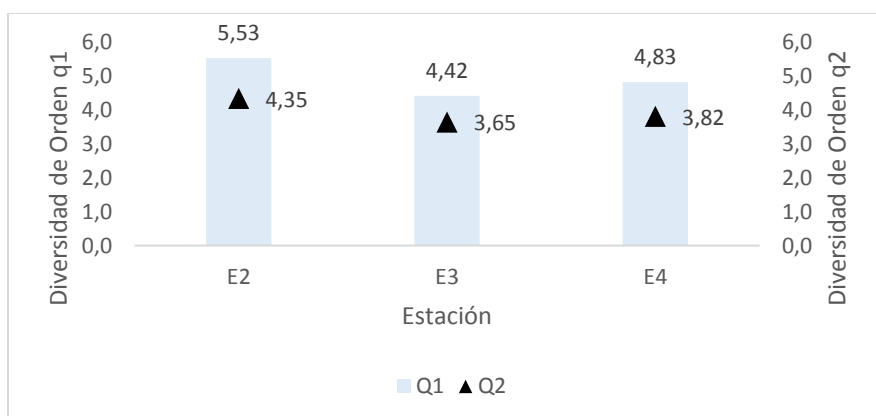
a).



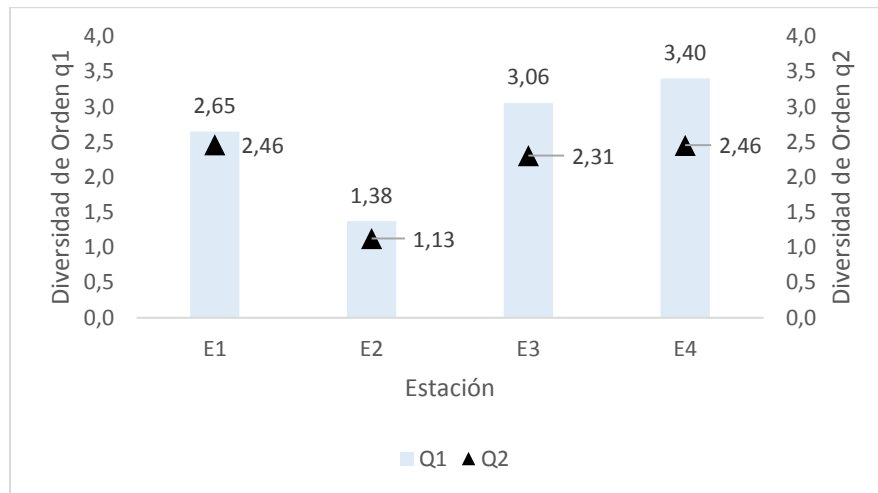
b).



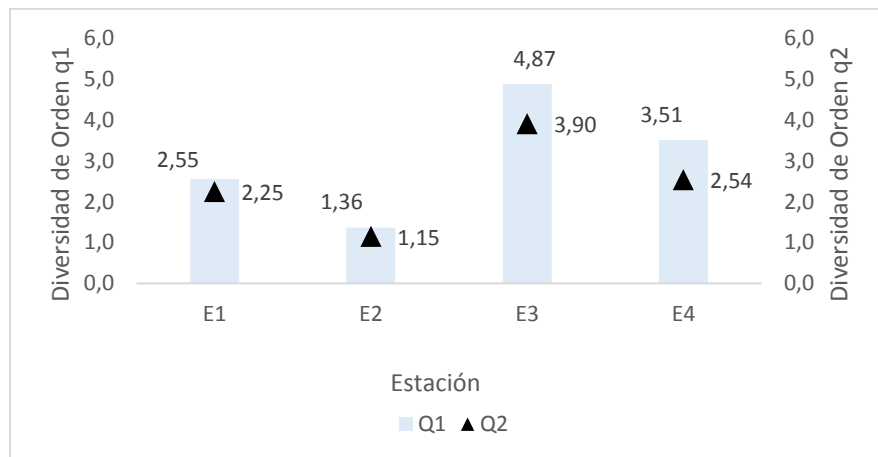
c).



d).



e).



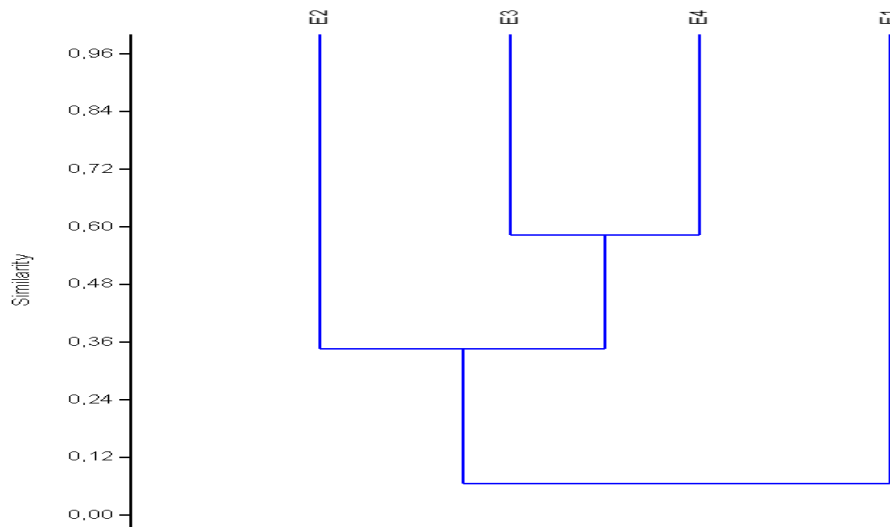
Fuente: La Autora

#### 4.6 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO ÍNDICE DE SIMILITUD DE BRAY-CURTIS

El análisis clúster (Figura 28) permitió observar la formación de tres grupos definidos, evidenciando un agrupamiento de las estaciones E3 y E4 con una similitud de 0,58 (58%), la E1 presenta el grado más bajo de similitud con 0.10 (10%) seguido por la E2 la cual comparte con la estación E3 y E4 un grado de similitud de 0.35 (35%).



**Figura 28.** Dendrograma de Similitud de Bray-Curtis para 4 estaciones de la Quebrada Yavi en Nataqaima- Tolima

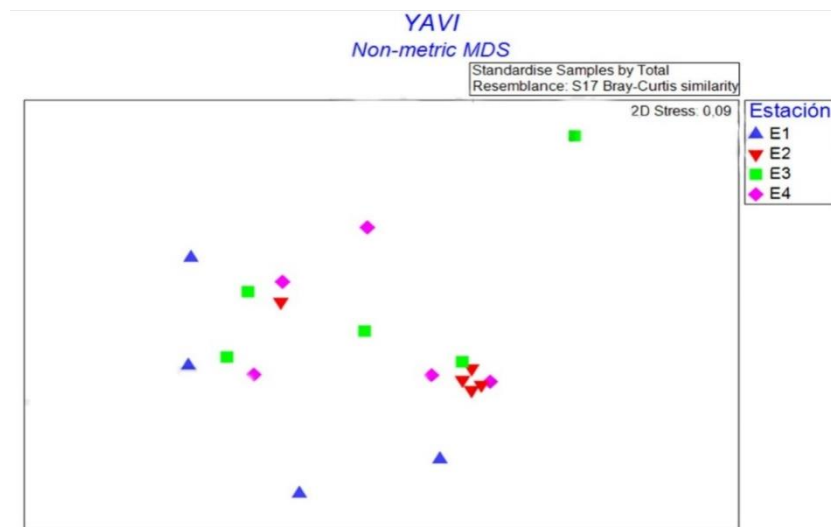


Fuente: La Autora

#### 4.7 ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL

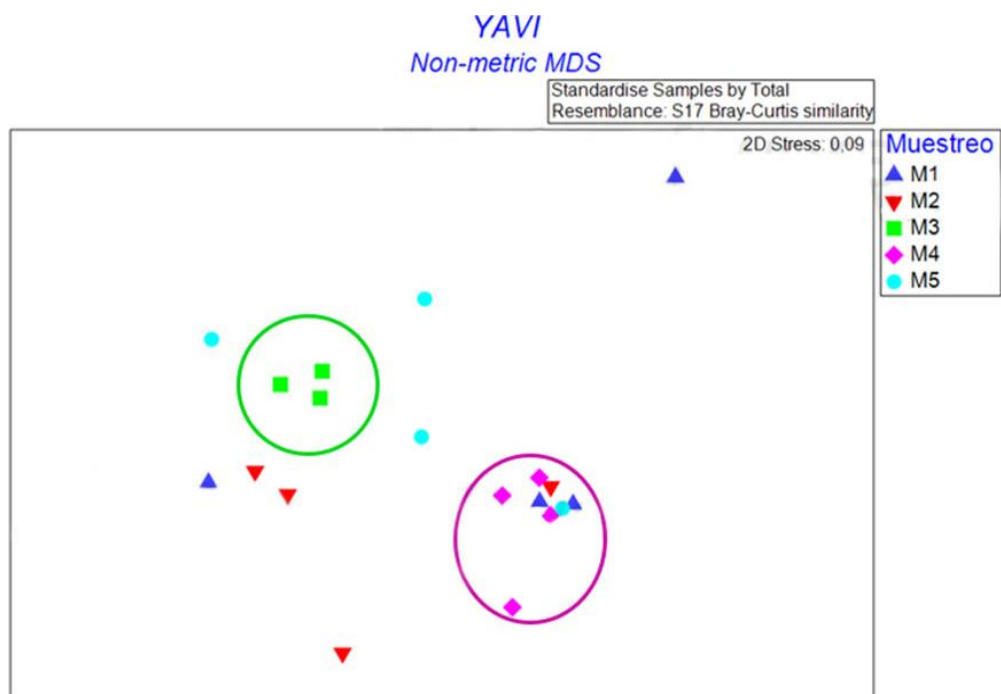
Los resultados del análisis NMDS (Figura 29)(Figura 30), teniendo en cuenta la abundancia de géneros temporalmente si muestra agrupamientos entre el M3 y M4 claramente establecidos (stress: 0,09), al realizar la prueba ANOSIM entre los grupos evaluados no se halla diferencia significativa (p: 0,15). Por el contrario el NMDS teniendo en cuenta la abundancia de los géneros espacialmente no muestra agrupamientos claramente definidos (stress: 0,09), al realizar la prueba ANOSIM entre los grupos evaluados se halló diferencia significativa (0,0033).

**Figura 29.** Diagrama de ordenamiento NMDS basado en las abundancias totales de los géneros para los cinco muestreos de la Quebrada Yavi en Natagaima –Tolima



Fuente: La Autora

**Figura 30.** Diagrama de ordenamiento NMDS basado en las abundancias totales de los géneros para las cuatro estaciones de la Quebrada Yavi en Natagaima –Tolima.



Fuente: La Autora

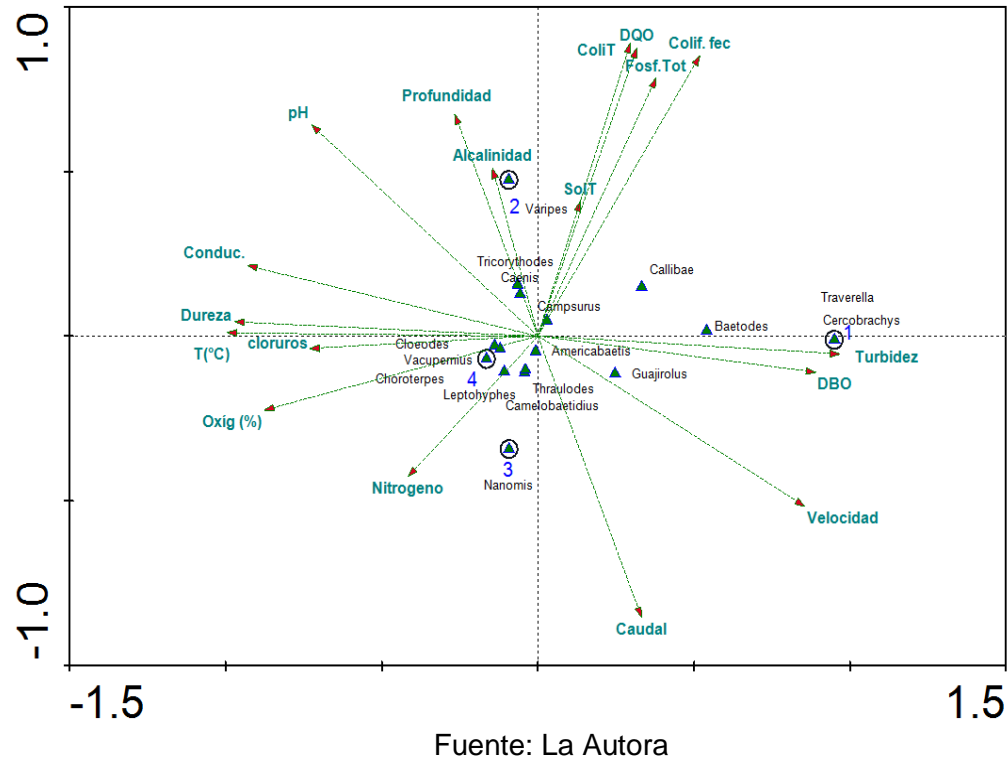
#### 4.8 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANONICA

En el Análisis de Correspondencia Canónica (Figura 31), teniendo en cuenta los efectos condicionantes (Tabla 7), el género *Callibaetis* se relaciona con variables como Turbidez, y Coliformes Fecales. Los géneros más próximos a la E4 tales como *Americabaetis*, *Thraulodes*, *Camelobaetidius*, *Leptohyphes*, *Vacupernius*, *Cloeodes*, *Choroerpes* se relacionaron con Temperatura, Cloruros, Porcentaje de Oxígeno y Nitrógeno. La gráfica refleja que los géneros *Cercobrachys* y *Traverella* están relacionados con las variables Turbidez y Demanda Biológica de Oxígeno, encontrándose próximos a la E1, el género *Varipes* cercano a la E2, se relacionó con las variables Alcalinidad y Profundidad junto con *Caenis*, y *Tricorythodes* que mostraron una relación adicional con el pH. Por el contrario *Campsurus* expresa relación con Coliformes totales y fecales, fosfatos totales, sólidos totales y Demanda Bioquímica de Oxígeno; así mismo *Guajirulus* se relaciona con Demanda Biológica de Oxígeno y Velocidad del caudal; los géneros *Callibaetis* se relacionan con las variables Turbidez, y Coliformes Fecales. Los géneros más próximos a la E4 tales como *Americabaetis*, *Thraulodes*, *Camelobaetidius*, *Leptohyphes*, *Vacupernius*, *Cloeodes*, *Choroerpes* se relacionaron con Temperatura, Cloruros, Porcentaje de Oxígeno, Nitrógeno, y Caudal. Por último *Nanomis* se halla relacionado a las variables Nitrógeno y Caudal con gran proximidad a la estación 3.

**Tabla 7.** Efectos condicionantes de las variables fisicoquímicas en la Quebrada Yavi en Natagaima-Tolima.

CONDITIONAL EFFECTS			
Variable	$\lambda$	P	F
T(°C)	0,33	0,212	3,37
Coliformes	0,13	0,318	1,79
Ph	0,07	1	0

**Figura 31.** Diagrama de Correspondencia Canónica basado en la relación entre las variables fisicoquímicas, los géneros y las estaciones evaluadas de la Quebrada Yavi en Natagaima –Tolima



## 5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio, generan un nuevo reporte del género *Cercobrachys* y amplían el conocimiento taxonómico del orden Ephemeroptera, para el departamento del Tolima, aportando herramientas para la evaluación de los ecosistemas acuáticos, produciendo información específica y detallada, que permite el desarrollo de estrategias de conservación. Por tal razón es importante abordar más estudios sobre Taxonomía del orden Ephemeroptera para evitar limitantes a la hora de la realización de los estudios ecológicos (Zúñiga *et al.*, 2013).

### 5.1 COMPOSICION GENERAL

#### Abundancia Relativa

El orden Ephemeroptera constituye un componente biológico importante del bentos de los ecosistemas de agua dulce, por su abundancia y diversidad, ya que se encuentran prácticamente en todos los microambientes posibles (Fernández *et al.*, 2004; González *et al* 2008; Zúñiga *et al*, 2014) puesto que es un grupo de insectos cosmopolita (Pessacq, 2009) y representativo (Tovar *et al.*, 2011).

La estructura y composición de la comunidad de efemerópteros de la quebrada Yavi estuvo dominada en términos de abundancia por individuos de las familias Leptohyphidae, Leptophlebiidae y Baetidae, lo cual es similar a lo reportado en otros ambientes acuáticos del Tolima (Cortolima, 2008) en la cuenca del río Lagunillas, (Gutiérrez, 2007) en la cuenca del río Prado, (Forero *et al.*, 2013) en el Río Opia Tolima, y (Vázquez y Reinoso, 2012) en corrientes de los Andes Colombianos. Es de relevar que la gran abundancia de la familia Leptohyphidae se debe a su amplia distribución, ya que sus ninfas son frecuentes habitantes de una variada gama de micro hábitats (Fernández *et al.*, 2004), que la constituyen como una de las familias de Ephemeroptera más representativas en el continente americano (Hojos *et al.*, 2014; Molineri, 2010), igualmente Leptophlebiidae es un género abundante que comprende una de las familias

de mayor distribución y diversidad en Sudamérica conformando un componente principal del orden (Fernández *et al.*, 2004; Bello, 2000; Domínguez *et al.*, 2002), presentando así gran diversidad y distribución, según estudios realizados por (Tovar *et al.*, 2011), así mismo la abundancia de Baetidae, del estudio puede estar relacionada con que compone, un tercio de todos los géneros actualmente descritos (Domínguez *et al.*, 2006), siendo abundantes en la mayoría de las quebradas siendo el caso de la Quebrada Yavi y ríos no contaminados (Flowers y de la Rosa, 2010), puesto que la mayoría de los organismos pueden desarrollarse en diferentes sustratos, como roca, arena, barro, entre otros, ya que la mayoría de sus ninfas son raspadoras o recolectoras de detritus según Springer en (Forero y Reinoso, 2013).

La marcada abundancia de *Leptohyphes* y *Thraulodes* en la Quebrada Yavi se debe a que son unos de los géneros de mayor distribución, con grandes abundancias, según estudios realizados para el departamento del Tolima (Gutiérrez y Reinoso, 2010; Forero y Reinoso, 2013; Jiménez, 2014; Cortolima, 2008; Gutiérrez, 2007; Vázquez y Reinoso, 2012), junto con los géneros *Camelobaetidius* y *Americabaetis* que muestran gran frecuencia de observación (Gutiérrez y Reinoso, 2010). Así mismo el género *Tricorythodes* es uno de los más representativos para el Neotrópico según Roldán, 1992 (Jiménez, 2014), su alta abundancia en el presente estudio puede estar relacionada con las condiciones ofertadas en la quebrada, tales como lodo, arena, grava, roca y detrito, entornos preferenciales para su desarrollo, teniendo en cuenta su hábito excavador, y su variada gama de micro-hábitats (Nuñez y Granados, 2016), lo cual concuerda con lo reportado por (Goulart y Callisto, 2005) donde fue encontrado con gran frecuencia en condiciones similares tales como bancos de hojas, depósitos de grava y vegetación marginal. Así mismo géneros como *Thraulodes* por su morfología (cuerpo aplanado) logran colonizar espacios entre fragmentos de roca, y sedimentos granulométricos más pequeños, tales como depósitos de grava y arena (Goulart y Callisto, 2005), situación que relaciona su abundancia en el área de estudio puesto que presenta condiciones físicas similares, siendo también el caso de algunos taxones de la familia Baetidae (*Camelobaetidius*, *Callibaetis*, *Guajirolus*, *Baetodes*, *Americabaetis*) que poseen adaptaciones morfológicas, cuerpos fusiformes, cerdas entre sus Filamentos terminal y

cerci, que les permiten nadar entre la hojarasca y resistir la presión hidráulica fijándose a las rocas en distintos ambientes (Goulart y Callisto, 2005). La baja abundancia del género *Cercobrachys* un nuevo registro para el Tolima, probablemente asocia su presencia con condiciones propias para su desarrollo en la E1, como mayor velocidad de la corriente, mayor arrastre de los sustratos y movimiento de partículas que se presenta, en comparación con las demás estaciones.

## 5.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

Las estaciones E2, E3 y E4 de la Quebrada Yavi se caracterizaron por la presencia de sustratos tales como Roca, grava, Hojarasca y características físicas como poca profundidad y flujo lento de la corriente de agua, lo cual permite la deposición de materia orgánica y facilita la mayor acumulación de detritus (Gill, 2014). Teniendo en cuenta que las ninfas son generalmente raspadoras o recolectoras, que se alimentan de una variedad de algas y detritus, cerca de la mayoría vive, en la superficie de piedras, arena o barro (Flowers y De la Rosa, 2010), lo cual se evidenció en el presente estudio, con las mayores abundancias, en las estaciones con dichas características. En contraste la E1 se caracterizó físicamente por poseer mediana profundidad y buena velocidad de la corriente, según lo reportado por la literatura limita en cierto grado la biomasa de productores primarios que se pueden acumular en el lecho fluvial (Elosegui y Sabater, 2009), lo cual provoca la ausencia de aquellos taxones que carecen de estructuras especializadas para fijarse al sustrato (Oscóz *et al.*, 2006), condición que explica la baja abundancia relativa de individuos en comparación con las demás estaciones puesto que las pequeñas diferencias en las condiciones hidráulicas (Velocidad y profundidad) tienen un papel importante en la distribución de la fauna béntica (Brooks *et al* 2015).

El Muestreo 3 correspondiente a la temporalidad de lluvias presentó la mayor abundancia relativa, lo cual muestra que es un periodo que presenta un buen flujo de la corriente, situación que permite el ingreso de materia orgánica y sólidos suspendidos al ecosistema acuático, por medio del movimiento del agua y los sedimentos lo cual determina la



disponibilidad de nutrientes y mejora la oferta alimenticia (Terneus., *et al* 2012; Vidal-Arbaca *et al.*, 2004).

Los muestreos M4 y M5 pertenecientes a la temporada de Sequía, presentaron buena abundancia de individuos ya que con la reducción de los caudales se genera mayor estabilidad y disponibilidad de hábitat (Forero y Reinoso, 2012), así como se favorece el metabolismo autotrófico, convirtiéndose en productores-acumuladores de carbono orgánico, que exportan a modo de 'pulsos' durante las crecidas y avenidas (Vidal-Arbaca *et al.*, 2004) lo cual permite explicar la gran abundancia durante el Muestreo 3, teniendo en cuenta que el Muestreo 2 correspondió a una temporada de Transición, del periodo de Sequía del primer muestreo.

El Muestreo 1 mostró un descenso en la abundancia relativa, teniendo en cuenta que este correspondió a la temporalidad de sequía, así como esta favorece en distintos aspectos tales como proporción y acumulación de materia orgánica, a la vez puede repercutir favoreciendo a unos determinados géneros sobre otros (Pratt y Munné, s.f). Algunos autores afirman que el calentamiento de la masa de agua conduce a una inestabilidad en la comunidad por efecto de la dominancia de unas pocas especies Gutiérrez, 2003 citado por (Cobelas *et al.*, 2005), así mismo (Covich, 2006) destaca la importancia de los pulsos de entrada de material vegetal que son bajos durante esta época y que forman parte importante en el suministro de Hojarasca, por el contrario, con la ausencia de flujo de agua, la materia orgánica se descompone rápidamente disminuyendo condiciones importantes (diminución de %Oxígeno) para los individuos generando cierto nivel de estrés.

Los Muestreos M1, M4 y M5 correspondientes a periodos de Sequía le permitieron a la Estación 2 mayor acumulación de materia orgánica y disponibilidad de sustratos como se mencionó anteriormente, ya que esta estación se caracteriza por baja corriente de agua y cobertura vegetal parcial sumado a la presencia de sustratos mixtos como grava, roca, hojarasca; durante el Muestreo 3 y Muestreo 4, la Estación 4 presentó los valores más altos de abundancia de todos los muestreos, relacionado con el periodo climático

diferente ya durante el Muestreo 3 época de Lluvias entró sedimentos y material orgánica al sistema, caracterizado por no poseer flujo durante periodos secos, lo que favoreció el reabastecimiento del lugar , del mismo modo, para el siguiente periodo Muestreo 4 correspondiente a Sequía, la comunidad logró beneficiarse, de los recursos traídos gracias al aumento y velocidad del caudal, oxigenación del agua y circulación de nutrientes traídos por el periodo de lluvia (Figura 25).

Las lluvias presentes durante el Muestreo 3 influyeron en la alta abundancia presente en la Estación 3, puesto que además de recuperar el buen flujo de la corriente permite la entrada y suministro de sedimentos y materia orgánica, constituyente importante de sustratos para hábitats y refugios de la comunidad de ephemeropteros (Barón *et al*, 2003) los cuales disminuyen drásticamente con la profundidad y ancho del caudal durante el periodo de sequía (Figura 25).

La Estación 1 presento bajos niveles de abundancia en la mayor parte de los muestreos a causa de que es un lugar que cuenta con mucha velocidad de la corriente, y esta es considerada como factor determinante en el número de organismos presentes en un cuerpo de agua lo cual concuerda con estudios realizados por (Vega y Durant, 2000), que presentan una serie de adaptaciones que les permiten adecuarse al constante arrastre de la corriente (Figura 25).

La familia Leptohyphidae junto con Leptophlebiidae presentó abundancias altas en las estaciones E2, E3 y E4, las cuales se caracterizan por la presencia de los sustratos Grava, Piedra Arena y Hojarasca, lo cual concuerda con investigaciones realizadas por (Flowers y De la Rosa, 2010) quienes comentan que las ninfas viven entre las piedras, hojarasca sumergida y vegetación acuática, en donde se refugian de las corrientes fuertes. La ausencia de estas condiciones incide en el establecimiento y colonización de esta biota, situación que se puede ver reflejada en la baja abundancia de leptphlebiidos en la Estación 1, donde la corriente es fuerte (Salles *et al.*, 2016; Vázquez y Reinoso, 2012). La familia Polymitarcyidae presentó la menor abundancia para todas las estaciones, ya que se registró únicamente el género *Campsurus* con pocos individuos

específicamente en las estaciones con oferta de sustratos lodosos con baja velocidad del agua (Figura 25).

El género *Tricorythodes* mostró su mayor abundancia en estaciones con gran cantidad de sedimentos, materia orgánica, y sustratos como roca, arena y grava, junto con factores físicos tales como baja velocidad de la corriente. Domínguez *et al.*, 2006 y Flowers (1992) resaltan la preferencia de estas ninfas por zonas marginales con poca corriente, y su presencia dentro del fango de las quebradas así como su inclinación hacia rocas, grava y material vegetal que le permite resguardarse de las corrientes fuertes, (Jiménez, 2014) condiciones que concuerdan con las presentadas en las zonas de muestreos evaluadas en la Quebrada Yavi. Así mismo, el género *Thraulodes* presenta una gran diversidad y distribución en Sudamérica (Tovar *et al* 2011), en el presente estudio tuvo gran abundancia en las mismas estaciones que *Tricorythodes* lo cual concuerda con los estudios realizados por Domínguez, 1986 en (Pérez y Liria, 2013) que reporta la presencia de este género en pequeñas quebradas caracterizadas por fondos pedregosos, corrientes moderadas a rápidas, superficiales y transparentes. Por el contrario *Cercobrachys* y *Varipes* mostraron bajas abundancias relacionadas con su frecuencia de aparición, registrada para una sola estación con un solo individuo en ambos casos, lo cual está vinculado con su registro en estaciones que no ofrecen sus condiciones preferenciales, siendo el caso de *Cercobrachys* hallado en la E1 donde el flujo es mayor y la acumulación de sedimentos es menor, particularidad contraria a la predilección de sus ninfas por ambientes con presencia de lodo, fango y materia orgánica, así como *Varipes* registrado en la Estación 2 donde el flujo del agua es bajo situación contraria a su inclinación por aguas corrientosas con poca carga orgánica. El género *Baetodes* presento mayor abundancia relativa en la Estación 1 puesto que es una zona de muestreo que se caracteriza por la disponibilidad de sustratos (Hojarasca, Roca, Arena y Grava), pero contrario a las demás presenta profundidad moderada y mayor velocidad de la corriente, la presencia de estos sustratos les permite alimentarse teniendo en cuenta sus preferencias por las micrófitas y la materia orgánica particulada fina y gruesa (Rodríguez *et al.*, 2015) así mismo este género suele encontrarse en zonas de mucha corriente con sustrato pedregoso donde se aferra a las rocas (Domínguez y

Fernández, 2009; Flowers y De la Rosa, 2010). Por el contrario *Caenis* presentó menor abundancia en esta misma estación ya que son ninfas asociadas a sedimento muy fino en zonas con corriente de agua lenta a moderada puesto que, prefieren áreas de fango y vegetación, con poca o ninguna corriente (Domínguez y Fernández, 2009; Flowers y De la Rosa, 2010) al igual que *Campsurus* prefiere ambientes lenticos, fondos lodosos o de sedimento (Gutiérrez y Lucimar, 2015) lo cual concuerda con su baja abundancia para la E1. *Nanomis* presento baja abundancia, a causa de que solo se registraron 3 individuos para una sola estación, la E4 la cual presenta mayor presencia de carga orgánica, poca velocidad del agua y moderada intervención antropogénica que para los géneros de la familia Baetidae no resulta favorable pues algunos prefieren hábitats que se encuentran en el flujo rápido de la corriente y caudales moderados a rápidos (Forero y Reinoso, 2013).

### 5.3 CURVA DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

Los valores obtenidos del conjunto de estimadores, se comportaron de forma similar ya que presentaron valores cercanos a los esperados, puesto que durante el transcurso de los muestreos realizados, se recolectaron 17 géneros, los cuales coincidieron dentro del rango de (17-18) géneros esperados según los estimadores Ace Mean, Chao 1, y Cole Rarefaction.

Esta estimación, mostró que se obtuvo la mayoría de géneros esperados en función del acumulado de muestras, ya que se encontró un valor próximo a lo requerido, lo cual nos permite afirmar que se alcanzó una aproximación a la riqueza asintótica, indicando que aunque se aumente el número de unidades de muestreo, no se expresará mayor incremento en el número de géneros, por lo cual contamos con un buen muestreo lo que conduce a que la información colectada, refleje un muestreo representativo.

### 5.4 INDICES ECOLÓGICOS

NUMEROS DE HILL: El valor más alto para el M1 según el orden de diversidad q1 de los números de Hill lo presenta la Estación 2, siendo 1,65 más diversa que la Estación 1 y Estación 3 donde sus valores bajos de diversidad, se pueden relacionar con que en las dos estaciones se registró tan solo un género con un individuo, *Thraulodes* para la E1 y *Callibaetis* para la Estación 3, en comparación con la Estación 2 que registró la presencia de cinco géneros de los cuales tres fueron muy abundantes (*Caenis*, *Leptohyphes* y *Tricorythodes*).

Para el Muestreo 2 el valor más alto según el orden (q1) lo presentó la Estación 1, siendo 1,75 más diversa que la Estación 4, para la cual su valor bajo de diversidad se relaciona con el menor número de géneros presentes en la Estación 4 que cuenta con 5 en comparación con la Estación 1 que cuenta con 9, así mismo el valor más alto para q2 en la Estación 1 está dado por la dominancia de dos géneros (*Baetodes* y *Guajirulus*) en comparación con la Estación 4 que solo presentó un género (*Thraulodes*).

En el Muestreo 3, el valor más alto según el orden (q1) lo registró la Estación 2 que fue 1,25 más diversa que la tercera estación, donde su valor bajo de diversidad se relaciona con el número de géneros que se presentaron en esta estación (10) en comparación con los presentados en la Estación 2 (11); siendo así la diversidad de orden q2 reflejó su valor mayor para la Estación 2 donde se presentaron cuatro géneros (*Americabaetis*, *Camelobaetidius*, *Thraulodes* y *Vacupernius*) muy dominantes en comparación con la Estación 3 con tan solo dos (*Camelobaetidius* y *Thraulodes*).

En el Muestreo 4 el valor más alto de (q1) lo registró la Estación 4 la cual fue dos veces más diversa que la Estación 2, teniendo en cuenta que esta última presentó siete géneros de los cuales solo *Tricorythodes* dominó, situación contraria la Estación 4 donde se registraron ocho géneros con cuatro muy dominantes (*Cloeodes*, *Thraulodes*, *Tricorythodes* y *Vacupernius*).

Por último el M5 reflejó el valor más alto de (q1) para la E3 la cual fue cuatro veces más diversa que la E2, teniendo en cuenta que esta última presentó seis géneros de los

cuales solo dos (*Caenis* y *Tricorythodes*) dominaron, situación contraria a E3 donde se registraron nueve géneros con tres muy dominantes (*Thraulodes*, *Tricorythodes* y *Vacupernius*).

La alta diversidad presentada para el orden q1, y el comportamiento inverso que expresó el orden q2, en las estaciones por cada uno de los muestreos, puede atribuirse a la abundancia y disponibilidad de sustratos en la Quebrada, los cuales juegan un papel importante en términos de energía, ya que ofrecen un buen aporte energético para las comunidades acuáticas. Al mismo tiempo se favorece la dominancia de algunos géneros como *Tricorythodes* y *Thraulodes*, puesto que la gran relación que exhiben está determinada por su hábito ecológico y preferencia trófica, lo que permite que estos taxones se establezcan con más frecuencia en estas zonas.

## 5.5 ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO ÍNDICE DE SIMILITUD DE BRAY-CURTIS

El análisis de agrupamiento de Bray Curtis indicó que las Estación 3 y Estación 4 comparten el mayor número de géneros, con un valor de 0.58%, estas estaciones se caracterizan por la presencia de diversos sustratos tales como roca, grava, hojarasca, y presencia de residuos generados por actividades antrópicas como la ganadería, así como características físicas que permiten la deposición de materia orgánica lo cual facilita la mayor acumulación de detritus favoreciendo el hábito raspador- recolector de las ninfas compartidas como: *Americabaetis*, *Caenis*, *Camelobaetidius*, *Leptohyphes*, *Thraulodes*, *Tricorythodes* y *Vacupernius*; que concuerda con lo reportado por (Cervantes y Aguilar, 2010) quienes mencionan que los géneros de la familia leptohyphidae habitan piedras, vegetación acuática y fango; los géneros *Caenis* y *Thraulodes* son considerados malos nadadores, de locomoción reptante, asociados a vegetación, detritus, o fondos arenosos, gravillosos. La Estación 2 comparte un 35% con las estaciones anteriormente mencionadas, a causa de que exhibe gran semejanza en las condiciones abióticas presentes en las estaciones anteriores pero no presenta gran intervención ganadera.

La Estación 1 se ubicó en un grupo aparte dado que las características de la zona son distintas en algunos aspectos tales como mayor profundidad y ancho del cauce, gran velocidad de la corriente, presencia de sustratos tales como arena, roca y hojarasca, pero baja acumulación de materia orgánica a causa de la fuerza del agua, lo cual permite inferir que algunos géneros establecidos allí son especializados para resistir estas condiciones, así mismo esta estación presenta dos géneros: *Cercobrachys* y *Traverella* de carácter exclusivo que no fueron encontrados en las demás estaciones.

## 5.6 ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL

El grupo claramente definido para el Muestreo 3 refleja que hay cierto grado de similitud a nivel de composición en las estaciones que lo componen, lo cual está relacionado con que dos de las estaciones (Estación 2 y Estación 4) presentes en este muestreo compartieron alrededor de 7 géneros (*Americabaetis*, *Baetodes*, *Caenis*, *Camelobaetidius*, *Thraulodes*, *Tricorythodes*, *Vacupernius*), por el contrario se observa una estación correspondiente a la Estación 3 con un poco menos de proximidad puesto que comparte tan solo 6 géneros (*Americabaetis*, *Caenis*, *Camelobaetidius*, *Thraulodes*, *Tricorythodes*, *Vacupernius*) con las demás estaciones presentes en el M3. Se observa la presencia de otro grupo claramente definido correspondiente al M4 tres de las estaciones más cercanas de las cuales dos (Estación 2 y Estación 3) comparten alrededor de 5 géneros (*Caenis*, *Callibaetis*, *Campsurus*, *Tricorythodes* y *Vacupernius*) y una Estación 4 comparte 4 géneros (*Caenis*, *Campsurus*, *Tricorythodes* y *Vacupernius*) de las anteriores estaciones, situación opuesta a la estación menos próxima Estación 1 que solo comparte 2 géneros (*Campsurus* y *Tricorythodes*).

La proximidad observada entre dos de las estaciones (Estación 1 y Estación 3) del Muestreo 2 está dada por la exclusividad de los géneros (*Americabaetis* y *Camelobaetidius*), igualmente la cercanía observada entre una estación del Muestreo 2 (Estación 3) con la estación (Estación 2) perteneciente al Muestreo 1, está relacionada con el género (*Leptohyphes*) compartido entre estas.



Situación contraria se reflejó en la gráfica de agrupamiento espacial donde no se observó ninguna agrupación o proximidad definida por parte de las estaciones, lo cual es confirmado por la prueba de ANOSIM donde se evidencian diferencias significativas entre las estaciones lo cual puede relacionarse con la composición intraespecífica que refleja la presencia de algunos géneros en unas cuantas estaciones y su marcada abundancia, así como su ausencia total en otras, situación observada en la proximidad de la estación dos donde se observaron alrededor de 2 géneros (*Vacupernius* y *Campsurus*) comunes, para dos de las estaciones de los 4 muestreos.

## 5.7 ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIA CANÓNICA

La relación de las variables Turbidez y Demanda Biológica de Oxígeno con los géneros *Traverella*, *Cercobrachys* y *Baetodes*, concuerda con lo mencionado por Flowers & De la Rosa, 2010, los cuales relacionan, el género *Traverella* con ríos grandes, llenos de sedimento que pasan por áreas cultivadas, así mismo Cervantes & Águilar, 2010, afirman que algunas ninfas de la familia Caenidae muestran preferencia por las áreas fangosas, vegetación, y caudal con poca corriente. Por otra parte *Baetodes* es común en quebradas Torrentosas (Forero y Reinoso, 2013; Flowers y De la Rosa, 2010; Cervantes y Águilar, 2010), características físicas que se pueden apreciar en la Quebrada Yavi reflejan. La proximidad de las variables ambientales y los géneros anteriormente mencionados a la E1 puede estar influenciada por las características propias de la Quebrada, tales como presencia de vegetación riparia así como buena velocidad de la corriente, lo cual permite el arrastre de materia orgánica y sedimentos que generan gran cantidad de materiales en suspensión como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, organismos planctónicos y demás microorganismos (Cortolima, 2008) situación que beneficia los géneros aquí encontrados en cuanto a sus requerimientos ecológicos.

Por el contrario los géneros *Tricorythodes* y *Caenis* se relacionaron con variables de mineralización y profundidad que destaca la preferencia de estos géneros por los sedimentos muy finos o fango que se depositan bajos las rocas enterradas, cuyo desgaste y disolución, junto con la acción del pH contribuyen a la generación de

carbonatos que influyen en los procesos de Alcalinidad. (Fuentes y Massol, 2002). Por otro lado la proximidad de la E2 a la variable Alcalinidad puede estar relacionada con la influencia de prácticas agrícolas en las cercanías de la quebrada, donde el uso de agroquímicos podría aportar sales al sistema acuático, junto con la presencia de lechos rocosos lo cual influye en la cercanía del género *Varipes* por su hábito raspador o recolector de detritus, al igual que también puede verse influenciado por un solo individuo que fue encontrado en la estación, que lo hace próximo a la ordenación.

El hábito excavador del género *Campsurus* lo relaciona con las variables ambientales fosfatos, sólidos totales, DQO, así como Coliformes totales y fecales, ya que gracias a la ondulación de sus branquias logra alimentarse de las partículas suspendidas, como el fósforo proveniente de procesos de disolución de rocas, mineralización de materia orgánica, algunos casos retenida en la arcilla, así como sólidos totales provenientes de restos de detritus, roca, arcilla, arena (Flowers y De la Rosa, 2010).

El género *Guajirolus* se relacionó con las variables Demanda Biológica de Oxígeno y Velocidad del Caudal, lo cual concuerda con estudios realizados por Forero y Reinoso, 2013 en la cuenca del Río Alvarado, este género cuenta con adaptaciones morfológicas para resistir la presión hidráulica, tales como uñas con numerosos dentículos (Domínguez *et al.*, 2006). Por otro lado la proximidad entre el género *Callibaetis* y variables como Turbidez y Coliformes fecales podría estar relacionado con la presencia de fecas que se originan a campo abierto de animales silvestres a causa de la presencia de ganadería en la zona y su preferencia por diversos tipos de hábitat así como sustratos pedregosos y arenosos lo cual concuerda con estudios realizados por Cervantes y Águilar, 2010; Souza, 2010, que lo catalogan como un género ecológicamente tolerante cuyo hábitat abarca desde charcas, lagos, manantiales cálidos y cualquier sistema con aguas de alcantarilla, así como sitios degradados.

La presencia de las variables Temperatura, Cloruros, Porcentaje de Oxígeno, Nitrógeno, y Caudal con la proximidad a la E4 pudo haberse generado ya que la estación tiene gran cantidad de materia orgánica que constituye una de las fuentes de cloruros y

nitrógeno, así como la presencia de fecas de ganado cercanas al margen de la quebrada; cabe resaltar que el nivel de oxígeno disuelto se relaciona con factores como la Temperatura y descomposición de la materia orgánica (Fuentes y Massol, 2002). La relación de los géneros *Americabaetis*, *Thraulodes*, *Camelobaetidius*, *Leptohyphes*, *Vacupernius*, *Cloeodes*, *Choroerpes* con las variables anteriores pudo ser reflejada ya que ninfas de la familia leptohyphidae se encuentran en todo tipo de ríos y quebradas, sumergidas en la vegetación o el fango incluyendo quebradas degradadas en áreas cultivadas (Flowers y De la Rosa, 2010), así mismo el género *Americabaetis* muestra un grado de flexibilidad en cuanto a requerimientos fisicoquímicos y calidad de agua según estudios realizados por Gutiérrez, 2007 en el río Prado en el departamento del Tolima; *Camelobaetidius* se encuentra entre los efímeros que pueden tolerar cierto grado de contaminación y alteración de su hábitat (Flowers y De la Rosa, 2010).

## 6. CONCLUSIONES

Las familias Baetidae, Leptohyphidae y Leptophlebiidae representan componentes abundantes dentro del ecosistema acuático, particularidad relacionada con su hábito cosmopolita y la presencia de numerosas adaptaciones morfológicas que les permiten adecuarse al medio.

El género *Thraulodes* encontrado en la quebrada Yavi en el municipio de Natagaima Tolima, refleja un gran rango de distribución espacial, que ha sido registrado en distintos departamentos del Sur y Suroriente del Tolima tales como Chaparral, Dolores y Prado. La familia Leptohyphidae representada por los géneros *Leptohyphes*, *Vacupernius* y *Tricorythodes* fue la más abundante.

Se reconoce un nuevo reporte para el departamento del Tolima, Colombia relacionado con el registro del género *Cercobrachys*, registro basado en la ninfa colectada en la Quebrada Yavi.

Espacialmente la E2 que presentó alta abundancia relativa estuvo representada por buena oferta de sustrato; por el contrario la E1 con baja abundancia fue influenciada por la velocidad de la corriente y el arrastre de sustrato.

Los valores registrados para los índices de diversidad según la serie de Hill de Orden q1 presentaron buenos valores relacionados con los diversos géneros presentes en cada estación, con una dominancia inversa (q2) en cada una de las estaciones por géneros particularmente comunes en estos ecosistemas acuáticos tales como *Tricorythodes*, *Thraulodes* influenciados por el aporte de sustratos y demás condiciones ecológicas del sistema.

El análisis de similaridad de Bray Curtis refleja la agrupación de la E2, E3 y E4 que cuentan con condiciones ecológicas similares relacionadas con la oferta de sustrato y

velocidad de la corriente, situación contraria que se evidencia en la E1 formando parte de un grupo independiente.

El análisis multivariado evidencia que gran parte de los géneros de las familias leptohyphidae y Leptophlebiidae muestran cierta inclinación hacia variables fisicoquímicas relacionadas con las condiciones de su hábitat y su preferencia por los sustratos propias de las estaciones E2, E3 y E4, situación similar observada para la E1 con la presencia de algunos géneros de la familia Baetidae.

La ejecución de estudios taxonómicos y ecológicos de las Quebradas, permite generar una línea base de conocimiento sobre la estructura y dinámica natural de sus comunidades bénticas (efemerópteros), así como futuros planes de conservación.

## RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta que el departamento del Tolima contiene gran diversidad de organismos del orden Ephemeroptera citado por diversos autores, conviene hacer un esfuerzo por ampliar de manera significativa, el desarrollo de estudios que permitan fortalecer y vincular los aspectos taxonómicos con los aspectos ecológicos.

Se recomienda incentivar el registro fotográfico de los micropreparados realizados puesto que se convierten en una guía importante ya que facilitan, al tiempo que corroboran la determinación taxonómica, así mismo es conveniente incentivar la misma hasta el mínimo nivel taxonómico teniendo en cuenta que permiten refinar y hacer más específicos los estudios.

Se recomienda realizar nuevas búsquedas sobre métodos que permitan mejorar la calidad de fijación y conservación de los micropreparados.

Se recomienda ejecutar más estudios en otras Quebradas del Departamento del Tolima, teniendo en cuenta su importancia ecológica como reservorio de comunidades bénticas, transporte de energía y alimentación de acuíferos.

## REFERENCIAS

- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M & Prat, N (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (CERA), y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú, *Limnética*, 28 (1): 35-64.
- Alba, J (1996). Macroinvertebrados Acuáticos y calidad de las aguas de los Ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), (2): 203- 213.
- Ávila, S & Flowers, R. W. (2006). Two new species of Choroterpes Eaton (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) from Costa Rica. *Zootaxa*, (1245): 59-68.
- Barber, H., Gattolliat, J, Sartori, M. and Hubbard, M. (2008). 'Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater'. *Hydrobiologia*, (595): 339–350.
- Bastidas, J., Beltrán, J., Hernández, A., Miranda, C., Albarracín, A., Palacio, C., Chipatecua, R., Hernández, S & Rojas, L (2014). Ponencia determinación de la calidad de Agua Uniciencia. Memorias II simposio Nacional e Internacional de Investigación y Emprendimiento.
- Bello, C. (2000). Descripción taxonómica de las ninfas de seis géneros de la familia Leptophlebiidae (Insecta; Ephemeroptera) del Caño Paso del Diablo, Región Carbonífera del Guasare (Edo. Zulia. CIENCIA, Volume 8(2), 127-136.
- Brooks, A., T. Haeusler, I. Reinfelds & S. Williams (2015). Hydraulic microhabitats and the distribution of macroinvertebrate assemblages in riffles. *Freshwater Biology* 50:331-344.
- Casas, L., Córdoba, K., Asprilla, S., & Mosquera, Z. (2006). Composición y distribución del orden Ephemeroptera en los ríos Tutunendo y Catugadó. Quibdó-Chocó-Colombia. VII Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión de Ríos y Humedales Neotropicales. Ibagué, 92-97.
- Castellanos, P & Serrato, C (2008). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el páramo de Santurbán Norte de Santander. *Revista. Academia. Colombiana. Ciencia*. 32(122):80.



- Castillo, M., & Pérez, B. (2011). Varipes (Ephemeroptera: Baetidae) in Venezuela: description of a new species. *Revista Colombiana de Entomología*, 37(2): 341-345.
- Cervantes L & Aguilar, A (2010). Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Ephemeroptera en El Salvador. Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos. 29 p.
- Cobelas, M. Á., Catalán, J., & de Jalón, D. G. (2005). Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático, 113.
- Córdoba, K., Casas, L., Mosquera, Z & Asprilla, S (2007). Composición y variación temporal del Orden Ephemeroptera en los ríos Tutunendo y Catugadó, Quibdó Chocó Colombia. *Revista Colombiana Asociación de Ciencias Biológicas* 19: 34-41.
- CORTOLIMA, (2008). Plan de ordenación y manejo ambiental de la microcuenca de las quebradas las Panelas y la Balsa.
- Covich, A. (2006). Protección de la biodiversidad del bentos para asegurar procesamiento de materia orgánica y servicios del ecosistema: importancia de los invertebrados fragmentadores en redes de drenaje. *Ecotropicos*, 19(2), 109-127.
- Cruz, P., Belmont, E., Voldrini, R., Hamada, N (2011). Systematics, Morphology and Physiology Leptohyphidae (Insecta: Ephemeroptera) from Northeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 40(6): 682-688.
- Demoulin G., (1955). Mission E. Janssens et R. Tollet en Grece, 4 note, Ephemeroptera. *Bull. Ann. Soc. Roy. Ent. Belg.* 91 (1-2): 38-44.
- Demoulin, G. (1966) Contribution à l'étude des Ephéméroptères du Surinam. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 42(37): 1–22.
- Díaz, A. J., Nieto, C., & Riaño, N. (2012). New Reports of the genus Baetodes Needham & Murphy (Ephemeroptera: Baetidae) from Colombia. *Entomotropica*, 27(1): 45-47.

- Domínguez E & Fernández H (eds.). (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo. Pp. 656.
- Domínguez, E & Fernández, H (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología. Tucumán: Fundación miguel lilo.
- Domínguez, E., del Carmen Zúñiga, M., & Molineri, C. (2002). Estado actual del conocimiento y distribución del orden Ephemeroptera (Insecta) en la región amazónica: Status of the knowledge and distribution of the Ephemeroptera fauna (Insecta) in the Amazon region. *Caldasia*, 459-469.
- Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M., Hubbard, M., & Nieto, C. (2006). Ephemeroptera of South America. In J. Adis, J. R. Arias, S. Golovatch, K. M. Wantzen & G. Rueda-Delgado (Eds.), *Aquatic Biodiversity of Latin American*-(2):646.
- Domínguez, E., Segnini, M & Chacon, M (2003). Biodiversidad en Venezuela- Tomo 1. Fundación polar.
- Eaton, A. (1883). Revisional Monograph of Recent Ephemeridæ or Mayflies. Part I. Transactions of the Linnean Society of London. Second Series: *Zoology*, 3(1): 1-77.
- EATON, A. E. 1871. A monograph on the Ephemeridae. Transactions of the Entomological Society of London, pp: 1-164
- Eaton, A. E. 1881. "An announcement of new genera of the Ephemeridae," *Entomologist's Monthly Magazine*, (17): 191–197.
- Edmunds, G. (1948). A new genus of mayflies from western North America (Leptophlebiinae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 61: 141-148.
- Elogesi, A & Sabater, S (2009).El río como ecosistema. Eds. Arturo Elosegui, Sergio Sabater. Conceptos y técnicas en ecología fluvial (23-37). Barcelona España: Fundación BBVA.
- Elosegui, A & Sabater, S (2009). Conceptos y Técnicas en ecología Fluvial. Fundación BBVA. España.

- Emmerich, D. (2004). Primer reporte de *Vacupernius Wiersema* y *McCafferty* 2000 (Ephemeroptera: Leptohyphidae) para América del Sur. *Entomotropica*, 19(2): 105-106.
- Emmerich, D. E. (2007). Two new species of *Tricorythodes* Ulmer (Ephemeroptera: Leptohyphidae) from Colombia. *Zootaxa*, 1561: 63-68.
- Ephemeroptera do Brasil, (s.f). Familia Polymitarcyidae consultado el 04/09/2016 de <http://ephemeroptera.com.br/lista/polymitarcyidae/>
- Espino G, Hernández, S & Carvajal, J (2000). Organismos indicadores de la calidad del agua y la contaminación (bioindicadores). Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y pesca, Comisión Nacional del agua. Universidad nacional autónoma de México
- Fernández, F., Andrade-C, M., & Amat García, G (2004). Insectos de Colombia (1st ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Fernández, H. & Domínguez E. (Eds.) (2001) Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. 282 pp
- Fernández, R (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado Ecológico del agua. Páginas de información Ambiental (39): 24-29.
- Flowers, R & de la Rosa, C. (2010). Capítulo 4: Ephemeroptera. *Revista de Biología Tropical*, 58 (Supl. 4): 63-93.
- Flowers, R. (1985). *Guajirolus*, a new genus of Neotropical Baetidae (Ephemeroptera). *Studies on the Neotropical Fauna and Environment* 20: 27–31.
- Flowers, R., Dominguez, E (1992). New Genus of Leptophlebiidae (Ephemeroptera) from Central and South America. *Ann Entomol Soc Am* 1992; 85 (6): 655-661.
- Fondo para la Protección del Agua (FONAG), 2015. Simulación de hábitats viables de los ríos: Aglla, Oyacachi y Chalpi Grande. Quito, EC. 108 pp.
- Forero, A & Reinoso, F (2013). Estudio de la familia Baetidae (Ephemeroptera: Insecta) en una cuenca con influencia de la urbanización y agricultura: Río Alvarado-Tolima. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* 25: 12-21.

- Forero-Céspedes, A. (2015). Estudio de la familia Baetidae (Ephemeroptera: Insecta) en una cuenca con influencia de la urbanización y agricultura: río Alvarado-Tolima. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1:(25).
- Forero-Céspedes, A. M., Reinoso-Flórez, G., & Gutiérrez, C. (2013). Evaluación de la calidad del agua del río Opia (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos. *Caldasia*, 35(2), 371.
- Fuentes F y Massol, A (2002). Manual de laboratorios: Ecología de microorganismos. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico. Recuperado marzo 15 de 2015, de <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/>.
- García, L., Hoyos, D & Dias, L (2013). Primer reporte de Choroterpes Ephemeroptera: Leptophlebiidae para Caldas-Colombia, *Revista Colombiana de Entomología* 39 (1): 164-165.
- Gill, J (2014). Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de Macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa. Trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales Facultad de Ciencias contables económicas y administrativas maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente. Manizales.
- Gómez, J (2014). Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa. Trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales
- Goncalves, I., Da-Silva, E., & Nessimian, J. (2010). A new species of Thraulodes Ulmer (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) from Southeastern Brazil. *Zootaxa*, 2438: 61-68.
- Gonzáles, L., Gonzáles, Y., Cano, J., López, C., Reyes, A y Parra, D (2003). Diagnostico Municipio de Natagaima. Alcaldía Municipal de Natagaima. Pp 1- 407.
- González, C & Maestre, J (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Universidad Nacional Mayor de San

- Marcos. Museo de Historia Natural, Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología – Lima.
- González, D., Salles, F & Naranjo, C (2008). Situación Actual del Orden Ephemeroptera en Cuba. *Neotropical Entomology* 37 (1): 45-50.
- Goulart, M & Callisto, M (2005). Invertebrate drift along a longitudinal gradient in a Neotropical stream in Serra do Cipó National Park, Brazil. *Hydrobiologia*, (539): 47-56.
- Gutiérrez, C & Reinoso, G (2010). Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento Tolima- Colombia: Listado preliminar, *Biota Colombiana* 11 (1): 23-32. D.
- Gutiérrez, C (2007). Estudio de los efemerópteros (Insecta) inmaduros de la cuenca del río Prado y de la cuenca del río Saldaña (subcuenca Amoyá) departamento del Tolima. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Biólogo, Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias.
- Gutiérrez, C., & Reinoso, G. (2010). Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia: listado preliminar. *Biota Colombiana*, 11(1): 23-32.
- Gutiérrez, C., Reinoso, G., Guevara, G. & Villa, F (2006). Redescubrimiento para Colombia y Suramérica de ninfas del género *Choroterpes* (Leptophlebiidae: Ephemeroptera). En: resúmenes del vii seminario colombiano de Limnología y reunión Internacional sobre ríos y humedales neotropicales.
- Gutiérrez, C., Reinoso, G., Guevara. (2008). Primer registro para Colombia de ninfas del género *Needhamella* (Leptophlebiidae: Ephemeroptera). Pp. 56. En: resúmenes VIII Seminario Colombiano de Limnología y Reunión Internacional de Cuencas Bajas y Zonas Esw2xtuarinas. Santiago de Cali, Colombia.
- Gutiérrez, Y, & Días, L. (2015). Ephemeroptera (Insecta) de Caldas - Colombia, claves taxonómicas para los géneros y notas sobre su distribución. *Papéis Avulsos de Zoologia* (São Paulo), 55(2), 13-46.
- Hamada, N., Cruz, P., Salles, F (2014). *Callibaetis* Eaton (Ephemeroptera: Baetidae) from Brazil. *Journal of Natural History*, 48 (11-12): 591-660.

- Hojos, D., García, T., Luis, F., Fredy, A., López, G., Germán, A., Zúñiga, M., & Días, L (2014). Contribución al conocimiento de las especies de haplohyphes Allen (Insecta: Ephemeroptera: leptohyphidae) en Colombia. *Caldasia*, 36(1), 125-138.
- Hubbard, M & kupalová, J. (1980). "Permian mayfly nymphs: new taxa and systematic characters". Edited by: Flannagan, J & Marshall, k. In *Advances in Ephemeroptera Biology* 19–31. New York.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM. (2016). Registro Hidrológico Estación Tinajas. Natagaima Tolima.
- Jiménez, D (2014). Aspectos ecológicos de la familia Leptohyphidae (Insecta: Ephemeroptera) de la cuenca del río Alvarado (Tolima: Colombia). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo. Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Biología. Ibagué Tolima. Pp. 19.
- Jiménez, D. (2014). Aspectos ecológicos de la familia leptohyphidae (Insecta: Ephemeroptera) de la cuenca del río Alvarado (Tolima, Colombia). Trabajo de Grado para optar por el título de Biólogo. Universidad del Tolima.
- Kluge, N. (1992). Cuban mayflies of the family Baetidae (Ephemeroptera). 2. Subgenera Caribaetis subgenn and Americabaetis subgenn of the genus Baetis sl. *Zoologichesky zhurnal*, 71(4): 13-20.
- Ladrera, R (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Páginas de información ambiental* (39): 26.
- Ladrera, R., Rieradevall, M., & Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. Ikastorratza. *Revista de Didáctica* (I): 1-18.
- Lasso, C., Paula, F & Morales, D (2014). Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia, 255 pp.
- Lazo D., Salles F & Naranjo, C (2008). Situación Actual del Orden Ephemeroptera en Cuba. *Neotropical Entomology* 37(1):045-050.

- Lugo, R & McCafferty W. (1996) The Bugilliesia complex of African Baetidae (Ephemeroptera). *Transactions of the American Entomological Society* (122): 175–197.
- Lugo, R & McCafferty W. (1999) Revision of South American species of Baetidae (Ephemeroptera) previously placed in Baetis Leach and Pseudocloeon Klapalek. *Annales de Limnologie* (35): 257–262.
- Lugo, R. & McCafferty, W. (1998) Five new genera of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from South America. *Annales de Limnologie*, (34): 57–73.
- Lugo, R. & McCafferty W. (1999). Three new genera of small minnow mayflies (Insecta: Ephemeroptera: Baetidae) from the Andes and Patagonia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 34: 88-104
- Machado, T., & Roldán, G. (1981). Estudio de las características fisicoquímicas y biológicas del río Anorí y sus principales afluentes. *Actualidades biológicas*, 10(35): 3-19.
- Mariano, R. & Froehlich, C. (2007). Ephemeroptera. In: Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Froehlich, C.G. (org.). Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>
- Molineri, C. (2009). Una nueva especie de Caenis (Ephemeroptera: Caenidae) de Colombia. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 68(3-4): 283-285.
- Molineri, Carlos (2010). Las especies de Leptohyphidae (Ephemeroptera) de las yungas de Argentina y Bolivia: diagnosis, distribución y claves. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(3-4), 233-252
- Moreno, Claudia E., Barragán, Felipe, Pineda, Eduardo, & Pavón, Numa P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261.
- Mosquera, Z., & Córdoba, K. (2015). Primer reporte de Miroculis Edmunds (Ephemeroptera: Leptophlebiidae) para el departamento del Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 5: 156-158..
- Needham, J & Murphy, H. (1924). Neotropical Mayflies (No. 4). Curtis G. Lloyd. 4: 1-79



- Nieto, C & Bardavid, S. (2012). Primer registro de cuatro especies del género *Americabaetis* (Ephemeroptera: Baetidae) para Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 71(1-2):169-172.
- Nieto, G & Hamada, N. (2014). Leptophlebiidae (Ephemeroptera) of the Serra do Tepequém, Roraima State, Brazil: new records and description of two new species. *Zootaxa*, 3900(2): 279-286.
- Núñez, E & Granados, C (2016). Ephemeroptera asociados a ocho ríos de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Biota Colombiana*, 17(1).
- Oscóz, J., Campos Sánchez-Bordona, F., & Escala, M. (2006). Variación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en relación con la calidad de las aguas. *Limnetica*, 25(3), 683-692.
- Pérez, B, & Liria, J (2013). Modelos de nicho ecológico fundamental para especies del género *Thraulodes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(2), 600-611.
- Pessacq, Pablo (2009). Estado de conocimiento del orden Ephemeroptera en la Patagonia. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 68(1-2), 155-161.
- Prat, N & Munné, A (s.f). Impactos en los ecosistemas acuáticos-Resumen. Consultado el 2 de febrero, 2017 Recuperado de: [aca-web.gencat.cat/aca/documents/es/publicacions/impactes\\_sobre\\_ecosistemes/resum\\_impactes\\_sobre\\_ecosistemes\\_lowress.pdf](http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/es/publicacions/impactes_sobre_ecosistemes/resum_impactes_sobre_ecosistemes_lowress.pdf)
- Reinoso, G. (1998). Estudio de los Efemerópteros de Río Combeima en el trayecto de comprendido entre Juntas y el Totumo. Bogotá. Trabajo de grado (M.Sc.). Universidad de los Andes. 83 p.
- Rodríguez, V., Duarte, G & Fuentes, J (2015). Familias y géneros de ninfas maduras de Ephemeroptera en los ríos de la provincia de Veraguas y su clasificación trófica en grupos Alimenticios funcionales. *Tecnociencia*, 17 (2): 74-89.
- Rodríguez, J., Gomez, D., & Molineri, C. (2014). Nuevos registros de Odonata y Ephemeroptera para el noroeste de Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 73(1-2), 85-88.

- Rojas, A., Baena, M., Serrato, C., Caicedo., G & Zúñiga, M (1993). Clave para las familias y géneros de ninfas del departamento del Valle del Cauca, Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*. 1(2); 33-46.
- Roldán P. (1992). Fundamentos de Limnología Neotropical. 1º edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y Tecnología U de A. 529 pp. Medellín, Colombia.
- Roldán P. (1996). Guía para el estudio de los macro-invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía. COLCIENCIAS - Universidad de Antioquia, Medellín. 217 pp.
- Roldán, G (1985). Contribución al conocimiento de las ninfas de los Efemerópteros (Clase: Insecta Orden: Ephemeroptera) en el departamento de Antioquia, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 14 (51): 1-3.
- Roldán, G (1992). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad de agua. *Revista Académica Colombiana de Ciencias* 23 (88): 375- 387.
- Roldán, G (1996). Guía para el estudio de los macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. FEN COLOMBIA y COLCIENCIAS. Universidad de Antioquia. Pp. 20-21.
- Roldán, P. (1980). Estudios Limnológico de cuatro ecosistemas neotropicales diferentes con especial referencia a su. Fauna de Efemerópteros. *Actualidades Biológicas*, 9(34).
- Romero, I., Medina, S & Rincón, M (2006). Ephemeroptera del parque Nacional Natural Cueva de los Guacharos, Caicedo Huila-Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad y divulgación científica* 9 (1): 141-149.
- Sajami, J (2015). Distribución espacio-temporal de Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera y Coleóptera (Insecta) en una quebrada de primer orden, bosque montano, Junín, Perú. Tesis Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en Hidrobiología y Pesquería. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Salinas, L, Flowers, R, & Días, L. (2013). First record of *Hydrosmilodon primanus* (Eaton) (Ephemeroptera, Leptophlebiidae) from South America. *Biota Neotrópica*, 13(1): 363-365.

- Salinas, L., Dias, L., Bacca, T., Zuñiga, M., & Rodríguez, M. (2012). Primeros registros de Ephemeroptera (Insecta) para el departamento de Putumayo Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 16(2): 198-208.
- Salinas, L., Dias, L., Salles, F., & Bacca, T. (2011). Three new species of Baetodes Needham and Murphy (Ephemeroptera: Baetidae) from Colombia. *Zootaxa*, 3110, 61-68.
- Salles, F., Da Silva, E., Serrao, J & Francichetti, S (2004). Baetidae en la Región Sudeste de Brasil: Nuevos registros y clave para los géneros en estado ninfal. *Neotropical entomology* (33) 5: 725- 735. .
- Salles, F., Nascimento, J., Cruz, P., Boldrini, R. and Belmont, E. (2016). Orden Ephemeropteraa. In: N. Hamada, J. Nessimian and R. Barbosa, ed., *Insectos acuáticos na Amazônia brasileira: taxonomía, biología e ecología*, 1st ed. Manaus, pp.193-201.
- Sánchez, A & García R (1999). Biomonitorio de Ríos en la gestión de Cuencas: una aproximación introductoria. IX Congreso Nacional de Irrigación, simposio 4 manejo integral de cuencas hidrológicas. México.
- Soldán, T. (1986). A revision of the Caenidae with ocellar tubercles in the nymphal stage (Ephemeroptera). *Acta Universitatis Carolinae Biologica* 1982–1984: 289–362
- Souza, H (2010). Influência da integridade ambiental sobre a comunidade de Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) em córregos do Cerrado Matogrossense, Brasil (Doctoral dissertation, Universidade do Estado de Mato Grosso).
- Springer, M (2010). Capítulo 3. Biomonitorio Acuático, *Revista Biología Tropical*. 58 (4): 53-59.
- Stephens, J. (1835) Family III. - Ephemeridae, Leach. *Illustrations of British Entomology, Mandibulata*, 6, 54–70.
- Sunderland, T (2012). Porqué la taxonomía es importante para la ciencia que estudia la biodiversidad. Los bosques en las Noticias. Center for International Forestry Research.  
[http://www.cifor.org/?utm\\_source=CIFOR+Blog&utm\\_medium=topmenu&utm\\_campaign=blogmenu](http://www.cifor.org/?utm_source=CIFOR+Blog&utm_medium=topmenu&utm_campaign=blogmenu)

- Terneus, E & Hernández, K & Racines, M (2012). Evaluación Ecológica del río Lliquino, a través de Macroinvertebrados acuáticos, Pastaza, Ecuador. *Revista de Ciencias*, 16:31-45.
- Thieme, M., Lehner, B., Abell, R., Hamilton, S., Kellndorfer, J., Powell, G. & Riveros, J. (2007) Freshwater conservation planning in data-poor areas: an example from a remote Amazonian basin (Madre de Dios River, Peru and Bolivia). *Biological Conservation*, 135, 484–501.
- Torres, A. (2004). Estudio limnológico de la cuenca del río Coello (Departamento del Tolima) con especial referencia al orden Ephemeroptera (Clase Insecta). Trabajo de grado (Biólogo). Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Programa de Biología. 87 pp.
- Tovar, Y., Geovo, S., Córdoba, K & Asprilla, S (2011). Caracterización de las Comunidades Perifíticas y de Macroinvertebrados Acuáticos presentes en el río Pacurita, corregimiento de Pacurita, Quibdó, Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical* 1(2):98-104.
- Traver J.R (1944). Notes on Brazilian mayflies. Bol. Mus. Nac. Río de Janeiro, Ns Zoologia 22:2-52
- Traver, J & Edmunds, G. (1967). A revision of the genus Thraulodes (Ephemeroptera: Leptophlebiidae). *Misc. Pub. Ent. Soc. Am., Maryland*, (5):349-402.
- Traver, J. (1938) Mayflies of Puerto Rico. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, 22, 5–42.
- Ulmer G, (1919). Neue Ephemeropteren. Arch Naturgesch. Pp 1-80.
- Ulmer, G. (1920). - Übersicht über die Gattungen der Ephemeropeteren, nebst Bemerkungen über einzelne Arten. – Stettiner Entomologische Zeirung, 81: 97-144.
- Ulmer, G. (1932). Bemerkungen über die seit 1920-neu aufgestellten Gattungen der Ephemeropteren. Stettiner Entomologische Zeitung, 93, 204-219.
- Valdovinos, C (2006). Invertebrados Dulceacuícolas- Diversidad de especies. Capitulo II: nuestra diversidad biológica. Eds Biodiversidad de Chile. Ministerio del Medio Ambiente. Pp 202- 223.

- Vasquez, J., Ramirez, F., Reinoso, G., & Guevara, G. (2010). Distribución espacial y temporal de los tricópteros inmaduros en la cuenca del río Totare (Tolima-Colombia). *Caldasia*, 32(1).
- Vega, M., & Durant, P. (2000). Fenología de Efemerópteros y su relación con la calidad de agua del río Albarregas. Mérida, Venezuela. *Revista de Ecología Latinoamericana*, 7(3): 19-27.
- Vidal-Abarca, M., Gómez, R., & Suárez, M. (2004). Los ríos de las regiones semiáridas. *Revista Ecosistemas*, 13 (1).
- Wiersema N, McCafferty, W. (2000). Generic Revision of the North and Central American Leptohyphidae (Ephemeroptera: Pannota). *Transactions of the American Entomological Society* 126 (3-4):337-371.
- William L, & Edmunds, Jr. (1972). A Revision of the Generic Classification of Certain Leptophlebiidae from Southern South America (Ephemeroptera).
- Zuñiga, C., & Torres, N. (2015). *Tricorythopsis rondoniensis* (Días, Salles y Ferreira) (Insecta: Ephemeroptera: Leptohyphidae): Nuevo registro de distribución para Colombia y la cuenca del río Orinoco. *Dugesiana*, 22(1): 37-38.
- Zúñiga, F., & Prieto, J. (2004). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Zúñiga, M., & Rojas, A. (1995). Contribución al conocimiento del orden Ephemeroptera en Colombia y su utilización en estudios ambientales. Memorias Seminario de invertebrados acuáticos y su utilización en estudios ambientales, 121-146.
- Zúñiga, M., Chará, J., Giraldo, L., Chará, A & Pedraza, G (2013). Composición de la comunidad de Invertebrados Acuáticos en pequeñas quebradas de la región Andina Colombiana, con énfasis en la entomofauna, *Dugesiana* 20 (2): 263-277.
- Zuñiga, M., Molineri, C & Domínguez, E (2004). El orden Ephemeroptera Insecta en Colombia. El Orden Ephemeroptera (Insecta) en Colombia In: Fernández, F., Gonzálo, M & Amat, G ed., *Insectos de Colombia* 3 ed. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Pp 17-37.
- Zúñiga, María del Carmen, Cardona, William, Molineri, Carlos, Mendivil, Julián, Cultid, Carlos, Chará, Ana Marcela, & Giraldo, Alan. (2014). Entomofauna acuática del

Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico colombiano, con énfasis en Ephemeroptera y Plecóptera. *Revista de Biología Tropical*, 62(1); 221-24.

	<b>SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD</b>  <b>FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	Página 1 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 02

Los suscritos:

Diana Carolina Vargas Ramos	con C.C N°	1.110.542.334
Gladys Reinoso Florez	con C.C N°	38.246.011
Adriana Marcela Forero	con C.C N°	1.110.468.614

Manifiesto (an) la voluntad de:

Autorizar

☒

No Autorizar

☐

Motivo: \_\_\_\_\_

La consulta en físico y la virtualización de **mi OBRA**, con el fin de incluirlo en el repositorio institucional de la Universidad del Tolima. Esta autorización se hace sin ánimo de lucro, con fines académicos y no implica una cesión de derechos patrimoniales de autor.

Manifestamos que se trata de una OBRA original y como de la autoría de LA OBRA y en relación a la misma, declara que la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, se encuentra, en todo caso, libre de todo tipo de responsabilidad, sea civil, administrativa o penal (incluido el reclamo por plagio).

Por su parte la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA se compromete a imponer las medidas necesarias que garanticen la conservación y custodia de la obra tanto en espacios físico como virtual, ajustándose para dicho fin a las normas fijadas en el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad, en la Ley 23 de 1982 y demás normas concordantes.

La publicación de:

Trabajo de grado	<input checked="" type="checkbox"/>	Artículo	<input type="checkbox"/>	Proyecto de Investigación	<input type="checkbox"/>
Libro	<input type="checkbox"/>	Parte de libro	<input type="checkbox"/>	Documento de conferencia	<input type="checkbox"/>
Patente	<input type="checkbox"/>	Informe técnico	<input type="checkbox"/>		
Otro: (fotografía, mapa, radiografía, película, video, entre otros)					<input type="checkbox"/>

Producto de la actividad académica/científica/cultural en la Universidad del Tolima, para que con fines académicos e investigativos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad del Tolima. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes

Fecha Versión 02: 04-11-2016

	<b>SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD</b>  <b>FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	Página 2 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 02

citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Rafael Parga Cortes de la Universidad del Tolima.

De conformidad con lo establecido en la Ley 23 de 1982 en los artículos 30 “...*Derechos Morales. El autor tendrá sobre su obra un derecho perpetuo, inalienable e irrenunciable*” y 37 “...*Es lícita la reproducción por cualquier medio, de una obra literaria o científica, ordenada u obtenida por el interesado en un solo ejemplar para su uso privado y sin fines de lucro*”. El artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*” y en su artículo 61 de la Constitución Política de Colombia.

- Identificación del documento:

Título completo: EFEMEROPTEROS DE LA QUEBRADA YAVI (NATAGAIMA- TOLIMA): ASPECTOS TAXONÓMICOS Y ECOLÓGICOS

Trabajo de grado presentado para optar al título de: Biólogo

- Proyecto de Investigación correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

---

- Informe Técnico correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

---

- Artículo publicado en revista:

---

- Capítulo publicado en libro:

---

- Conferencia a la que se presentó:

---

Quienes a continuación autentican con su firma la autorización para la digitalización e inclusión en el repositorio digital de la Universidad del Tolima, el:

Día: 16 Mes: mayo Año: 2017

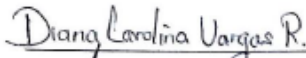
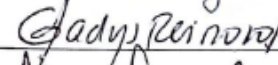
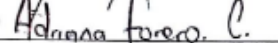
Fecha Versión 02: 04-11-2016



	<b>SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD</b> FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 3 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 02

Autores:

Firma

Nombre:	Diana Carolina Vargas Ramos		C.C.	1.110.542.334
Nombre:	Gladys Reinoso Florez		C.C.	38.246.011
Nombre:	Adriana Marcela Forero		C.C.	1.110.468.614

El autor y/o autores certifican que conocen las derivadas jurídicas que se generan en aplicación de los principios del derecho de autor.

Fecha Versión 02: 04-11-2016